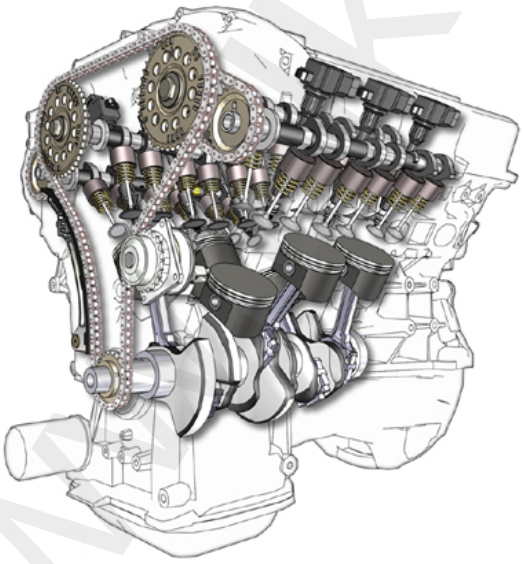
المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

محركات ومركبات

نظام التوجيه والتعليق

٢٢٣ تمر



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " نظام التوجيه والتعليق " لمتدربي قسم" محركات ومركبات " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

www.alkottob.com

نظام التوجيه والتعليق

التوجيه

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

تمهيد

عزيزي المتدرب.....

هذه الوحدة النظرية لنظام التوجيه المستخدم في السيارات. وسوف تتعرف على أنظمة التوجيه المستخدمة في السيارات الحديثة وتنقسم إلى نظام التوجيه العادي ونظام التوجيه المساعد. وترجع أهمية جهاز القيادة (التوجيه) إلى السماح للسائق بالتحكم في اتجاه السيارة بواسطة لف العجلات الأمامية. ويتم ذلك بواسطة عجلة القيادة ، عمود التوجيه والذي ينقل دوران عجلة القيادة إلى تروس التوجيه. تروس التوجيه تضاعف دوران عجلة القيادة من اجل تحويل عزم اكبر إلى وصلات التوجيه ووصلات التوجيه التي تنقل حركة تروس التوجيه إلى العجل الأمامية. يعتمد شكل نظام التوجيه على نوع المركبة (السيارة) وأنظمة نقل الحركة والتعليق المستعملة ، في الوقت الحاضر الجريدة المسننة والترس ونوع الرمانة الدائرة والترس.

وقد روعي التوافق بين فصول الحقيبة العملية والنظرية وتمارين كراسة الطالب من حيث التسلسل في الدراسة حتى يكتسب الطالب المهارات التي تؤهله إلى الحياة العملية.

وفي نهاية هذه الوحدة سوف تكون قادر على التعرف على مكونات ووظيفة وأنواع ونظرية عمل الأجزاء الآتي:

- الحقيبة الهوائية وعجلة القيادة وعمود القيادة
- نظام التعليق العادي
- أنواع علب التروس العادية
- مضخة التوجيه المساعد
- علب تروس التوجيه المساعد
- أنواع الوصلات المستخدمة في نظم التوجيه

ولتحقيق هذه الأهداف المرجوة ، تم تقسيم الوحدةإلى خمسة فصول:

الفصل الأول : الحقيبة الهوائية وعجلة القيادة وعمود القيادة ،

الفصل الثاني : علب صندوق التوجيه التقليدية ،

الفصل الثالث : مضخة التوجيه المساعد ،

الفصل الرابع : علب صندوق التوجيه المساعد ،

الفصل الخامس : وصلات التوجيه.

www.alkottob.com

وقد تم وضح أسئلة للمراجعة في نهاية الوحدة وأيضا قائمة بأسماء المراجع التي تم الرجوع إليها في أعداد هذه الوحدة . والتي يمكن الاستفادة منها للحصول على معلومات اكثر تفصيلا عن محتويات هذه الوحدة.ونأمل منك عزيزي الطالب أن تقوم معرفة طريقة عمل وظيفة كل الأجزاء المذكورة بعالية تحت أشراف مدربك حتى تتمكن من إتقان أهمية هذه الأجزاء ، ويجب عليك الرجوع دائما إلى كتاب الصيانة الخاص بالسيارة (الكتالوج) لمعرفة طريقة عمل وموصفات نظام التوجيه في السيارة قبل البد في العمل بها.

والله ولي التوفيق،

www.alkottob.com

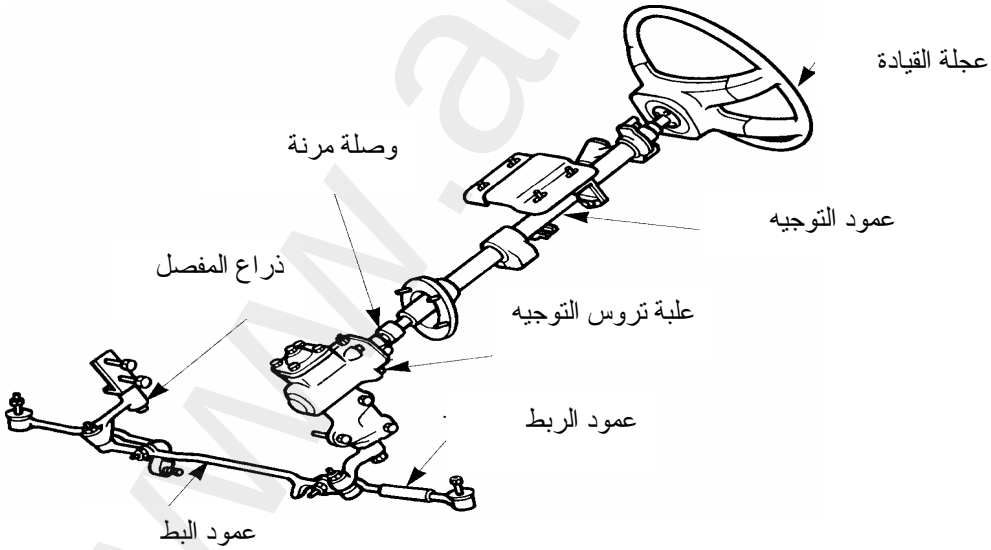
الفصل الأول : الحقيبة الهوائية وعجلة القيادة وعمود القيادة
Air bag, Steering wheel and Steering Column

في هذا الفصل سوف تتعرف على الآتي

- وصف عمل نظام القيادة التقليدي.
- العلاقة بين نظام التعليق والقيادة.
- وظيفة نظام التوجيه.
- الحقيبة الهوائية.
- عجلة القيادة.
- عمود القيادة.
- أجهزة ماص الصدمات في عمود التوجيه.

وصف عمل نظام القيادة التقليدي

- يتكون نظام التوجيه (القيادة) التقليدي (العادي) من عجلة القيادة وعمود القيادة العلوي وعمود القيادة السفلي المتصل بصندوق تروس القيادة عن طريق واحد أو اكثر من الوصلات المرنة. عند دوران عجلة القيادة ، تنتقل الحركة إلى عمود القيادة ثم إلى الوصلات المرنة إلى صندوق القيادة إلى العجل عن طريق وصلات القيادة كما في شكل -١.



شكل –١ يوضح مكونات نظام القيادة

www.alkottob.com

أهمية ميل العجلات الأمامية

أهمية ميل العجلات الأمامية توجيه المركبة بواسطة لف العجلات الأمامية بالتحكم في الاتجاه من قبل قائد المركبة. بحيث تم إعداد العجلات لكي تدور كل منها بمفرده على محاور. أو يمكن تدوير المحور بالكامل.

تنتقل الحركة من لف قائد المركبة لعجلة القيادة في الاتجاه المرغوب فيه ويعمل عمود التوجيه على نقل حركة دوران عجلة القيادة إلى ترس التوجيه وتروس التوجيه تضاعف دوران عجلة القيادة من أجل تحويل عزم أكبر إلى وصلات التوجيه. وتعمل وصلات التوجيه على نقل حركة التروس إلى عجلات القيادة.

العلاقة بين نظام التعليق والقيادة

عمل نظام التعليق يؤثر تأثيراً مباشراً على كل من زوايا العجل وجهاز القيادة. يوضع نظام القيادة على العجل الأمامي للسيارة ، ويعمل التعليق الخلفي للسيارة على الحفاظ على أن يكون العجل الخلفي دائما متوازياً وفي خط مستقيم خلف العجل الأمامي. حتى تصل إلى قيادة سهلة لابد من اتباع الآتي:

لابد من عودة العجل الأمامي إلى الخط المستقيم بعد الدوران.

لابد من عزل السائق عن الصدمات التي تنتج من سطح الطريق.

يجب أن لا يحدث تغيير في وضع القيادة نتيجة لصدمات الطريق أو قفل الياءات.

يجب أن تتم عملية التوجيه بأقل جهد ممكن من السائق.

يجب ألا يحدث انزلاق للعجل بل يحدث تدحرج.

لابد من وجود حساسات لسطح الطريق للحفاظ على السائق من أي متغيرات قد تنشا على السيارة أثناء السير.

عندما تلف السيارة في طريق ضيق وملتوي فإن نظام القيادة يجب أن يكون قادراً على لف العجلات الأمامية بطريقة حادة بسهولة ويسر

إذا لم يتم عمل شيء للمنع ، فإن جهد التوجيه يصبح كبيرا عند توقف السيارة ويتناقص عندما تبدأ سرعة السيارة في الازدياد. إذن ومن أجل الحصول على توجيه سهل وشعور أحسن للطريق فإن التوجيه يجب أن يعمل أخف في السرعات البطيئة وأثقل في السرعات العلية

www.alkottob.com

لتحقيق هذه الأهداف لابد من استعمال نظام القيادة المتكون من عجلة القيادة وعمود القيادة العلوي وعمود القيادة السفلي المتصل بصندوق القيادة عن طريق واحد أو أكثر من الوصلات المرنة. ويتصل صندوق القيادة بالعجل عن طريق وصلات.

وظيفة نظام التوجيه

تعتمد سلامة وأمان القيادة على التوجيه إلى حد كبير جدا ، يعمل جهاز التوجيه على توجيه السيارة وتنظيم اتجاهها حسب ظروف السير لابد من توافر الشروط الآتية في جهاز القيادة:

١. أن يكون الجهد المبذول في التوجيه صغيراً ومناسباً للسائق
٢. يجب ألا تتأثر القيادة بصدمات الإطارات مع سطح الطريق أو قفل (أنضغاط) يايات التعليق.
٣. يجب أن يمتص صدمات الطريق دون أن يوصلها إلى عجلة القيادة.
٤. يحدث تدحرج للعجل بدون حدوث انزلاق أثناء عملية التوجيه.
٥. يجب تفادي حدوث المنزلق الذاتي لمجموعة التوجيه حتى يمكن لعجلة القيادة العودة إلى وضعها الأصلي أتوماتيكيا.
٦. لابد من توصيل حركة عجلة القيادة إلى العجل بدون أي فقد في الحركة.

المستلزمات الأساسية لآلية الربط

٧. يجب أن تكون آلية الربط مصممة لتعطي الشكل الهندسي لعملية التوجيه المطلوبة، كما أنها يجب أن تعطي من الناحية العملية ذلك الشكل الهندسي بدون التواء أو لعب زائد. عندما يتم تطبيق الحمل فإن أية وصلة أو ذراع سينحرف، على الرغم من أن الانحراف قد لا يكون قابلاً للقياس، فإن المنطقة التي تشغلها علبة التوجيه عند التركيب، مع الوصلات وأذرع التوجيه يجب أن تكون جميعاً صلبة بشكل كاف لتقوم بنقل الحركة بدون أي انحراف ملحوظ. ويجب أيضاً أن لا تنحني أو تلتوي محاور الارتكاز والوصلات المختلفة كما يجب أن لا يكون فيها لعب زائد، حيث أن ذلك سيجعل عجلات السيارة تدور بدون أية محاولة من قبل السائق لتحريك عجلة القيادة والتوجيه. وهذا يطلق عليه اسم "الانحراف أو الالتواء".

الشكل الهندسي المطلوب لعملية التوجيه

إن الشكل الهندسي المطلوب لعملية التوجيه يتعلق بنوع السيارة، فمن الناحية النظرية، لكي يتم دوران عجلات السيارة بحيث لا يكون هناك انزلاق أو احتكاك في الاطارات، فإن أنصاف الأقطار الممتدة من مركز الدائرة التي تدور حولها السيارة يجب أن تكون متوضعة بزوايا قائمة على الدواليب في كافة الأوقات يتم الحصول على هذا الشكل الهندسي عملياً في حالة دوران العجلة

www.alkottob.com

الأمامية الخارجية دائماً بزاوية أصغر قليلاً من زاوية العجلة الداخلية وهذا يمكن تأمينه بتهيئة وضع أذرع التوجيه بحيث تكون مائلة نحو الداخل باتجاه المؤخرة. يتعلق حد الميل الدقيق بعلاقة المسافة الممتدة بين السيارة وقاعدة العجلات (المسافة بين محوري العجلتين الأماميتين والخلفيتين)، إلا أنه وجد منذ زمن بعيد، منذ أيام العربات التي كانت تجر بالحصان، بأنه إذا تم تقاطع الخطوط الممتدة من أذرع التوجيه على أو بالقرب من خط محور العجلات الخلفي، فإن الشكل الهندسي الصحيح يمكن الحصول عليه عندئذ وهذا الشكل يطلق عليه اسم آلية ربط أكرمان ACKERMANN.

طريقة عمل آلية ربط أكرمان

إن العلاقة بين الحركة الزاوية لذراع ما والحركة الخطية لوصلة ما تعتمد على الزاوية الكائنة بينهما. ولذلك في حال وجود ذراعين متصلين (ذراعي توجيه) في أحد طرفي وصلة ما (ذراع الازدواج) وهما غير متوازيين، فإن الأذرع عندئذ ستدور بزوايا عند تحريك آلية الوصول (أو الربط). في مثال نموذجي، يمكن أن تكون أذرع التوجيه مركبة بحيث يكون كل منها مائلاً نحوالداخل بمقدار ١٥ درجة. إذا قامت وصلة السحب بتدوير محور العجلة الخارجي بزاوية مقدارها ٢٠ درجة، على سبيل المثال، فإنها تقوم في الواقع بتدوير ذراع التوجيه بحيث يتحرك من زاوية مقدارها ١٥ درجة نحو الداخل باتجاه محور السيارة إلى زاوية مقدارها ٣٥ درجة نحو الداخل. ومن الجانب الآخر يتم تدوير ذراع التوجيه من زاوية مقدارها ١٥ درجة نحو الداخل باتجاه محور السيارة إلى بضعة درجات خارجها.ونظراً لأن الذراع الخارجي يكون قد تجاوز محور السيارة (النقطة التي تكون فيها الزاوية بين الذراع والوصلة تساوي حوالي ٩٠ درجة)، فإنه كلما زاد دوارانه كانت الحاجة إلى الحركة الزاوية أكبر للحصول على مقدار معين من الانتقال الخطي. وهكذا، عندما يتحرك الذراع الخارجي بزاوية مقدارها ٢٠ درجة تقريباً فإن الذراع الداخلي يتحرك بزاوية مقدارها ١٧ درجة فقط أو ما يعادلها.

بالنسبة لآلية التوجيه أكرمان، نجد أن معدل ميل الأذرع في القفل يكون شديداً إلى حد يكون فيه الشكل الهندسي للتوجيه صحيحاً تقريباً بحيث نحصل على عملية التوجيه بدون أي احتكاك. وهذا يعني أن الخطوط المرسومة بزاويا قائمة على العجلتين الأماميتين يجب أن تتقاطع مع الخط المرسوم بزوايا قائمة على العجلتين الأماميتين يجب أن تتقاطع مع الخط المرسوم بزوايا قائمة على العجلتين الخلفيتين بنفس النقطة كما هو مبين في الشكل ٢ -٢.

لم يستخدم نظام التوجيه أكرمان في كافة السيارات، وإنما يستخدم في العربات التي تكون مزودة بأكثر من محور عجلات موجه.

www.alkottob.com

تأثير تغير صفات وخصائص الإطارات على آلية الربط أكرمان

عندما تلف السيارة حول منعطف فإن القوة الاحتكاكية للإطارات على الطريق تجعل السيارة مستمرة في الدوران حول المنعطف وتمنع انزلاقها ووقوعها في الحفرة. على أية حال، تؤدي عملية الاستمرار في الدوران على الخط إلى حدوث ما يسمى بزاوية الانزلاق من قبل الإطارات.

زاوية الانزلاق

إن زاوية الانزلاق هي عبارة عن الزاوية الكائنة بين مستوى عجلة السيارة (المسار الذي يبدو بأن الدولاب يتبعه) والمسار الذي تتبعه عجلة السيارة بشكل فعلي ،إن عملية الانعطاف الرشيقة قد تعطي زاوية انزلاق مقدارها حوالي ٥ درجات، أما عملية الانعطاف الصعبة، التي تكون فيها السيارة على وشك الانزلاق، فقد تعطي زاوية انزلاق يتراوح مقدارها من ١٠ -١٢ درجة. ويتم فقدان السيطرة على السيارة في حال بلوغ زاوية الانزلاق قيمة أكبر بكثير من القيم الآنفة.

تأثير زاوية الانزلاق على نظام التوجيه أكرمان

بما أن الإطارات الأمامية والخلفية تدور بزوايا إنزلاقية بمجرد ظهور قوة انعطاف، فإن المركز الحقيقي الذي تنعطف حوله السيارة يتحرك أمام محور العجلات الأمامي. كلما كانت زاوية الانزلاق الخفية أكبر كان تحرك المركز إلى الأمام أكثر (الشكل ٢ -٦). ولذلك نجد في الواقع العملي أن الشكل الهندسي لعملية التوجيه يكون مرتباً بحيث يكون الفرق بين زوايا القفل الداخلية والخارجية أقل من الحد الذي يعطي التوجيه الفعلي بنظام أكرمان.

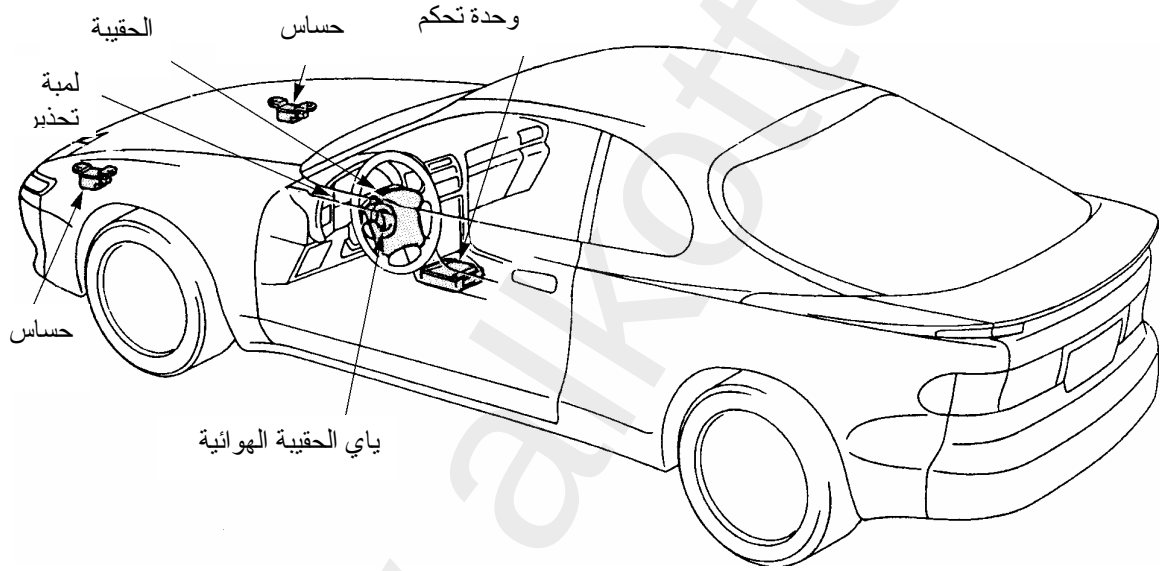
ما الشكل الهندسي المستخدم في عملية التوجيه

يتعلق الشكل الهندسي لعملية التوجيه بنوع السيارة المتوفرة. في بعض السيارات التي تستخدم في السباقات، يستخدم جهاز أكرمان العاكس، بحيث يكون قفل الدولاب الخارجي أكبر من قفل الدولاب الداخلي. وفي العادة نجد في السيارات التي تسير على الطرق أن الشكل الهندسي يكون مرتباً ليقدم أي شيء بدءاً من التوجيه المتوازي (أي أن أذرع التوجيه تكون متوازية) وحتى نسبة معينة من التوجيه بنظام أكرمان. على سبيل المثال، إن الخطوط الممتدة من أذرع التوجيه قد تتقاطع في مسافة تقع خلف محور العجلات الخلفي وتكون مكافئة لقاعدة العجلات (وهي المسافة بين محوري العجلات الأماميتين والخلفيتين) في السيارة.

www.alkottob.com

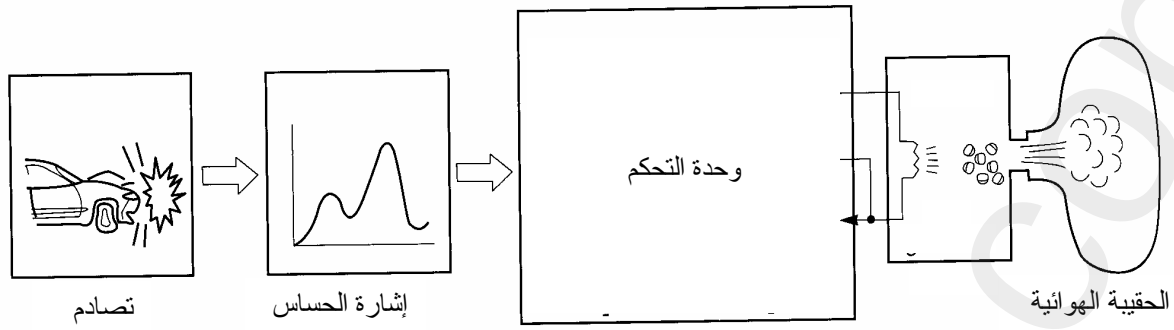
Air Bagالحقيبة الهوائية

في معظم السيارات الحديثة تحتوي عجلة القيادة على الحقيبة الهوائية كما في شكل - ٢ وتعمل الحقيبة الهوائية أثناء الحوادث التي تتعرض لها السيارة وتعمل في خلال ٠,١ ثانية لحماية السائق أثناء الحوادث هي عبارة عن بالونة هوائية توجد داخل عجلة القيادة ملحق بها حساس في عمود القيادة أثناء الحوادث يرسل هذا الحساس إشارة تشغيل للحقيبة الهوائية تمتلئ الحقيبة بالغاز أو الهواء كما هو واضح في شكل – ٣ لذلك يجب التأكد من أن الحقيبة تعمل بشكل جيد. خزان الحقيبة الهوائية يعمل لمدة ٣٠ دقيقة من إيقاف تشغيل المحرك. يوجد اسفل الحقيبة ياي كما في شكل – ٤ . عند فك عجلة القيادة من عمود القيادة لابد من فصل الطرف السالب للبطارية حتى لا تعمل الحقيبة أثناء عمل الصيانة.شكل – ٥ يوضح الحقيبة الهوائية داخل عجلة القيادة.

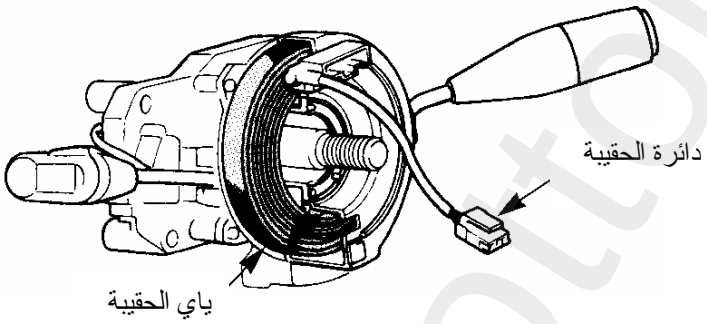


شكل – ٢ نظام الحقيبة الهوائية في السيارات

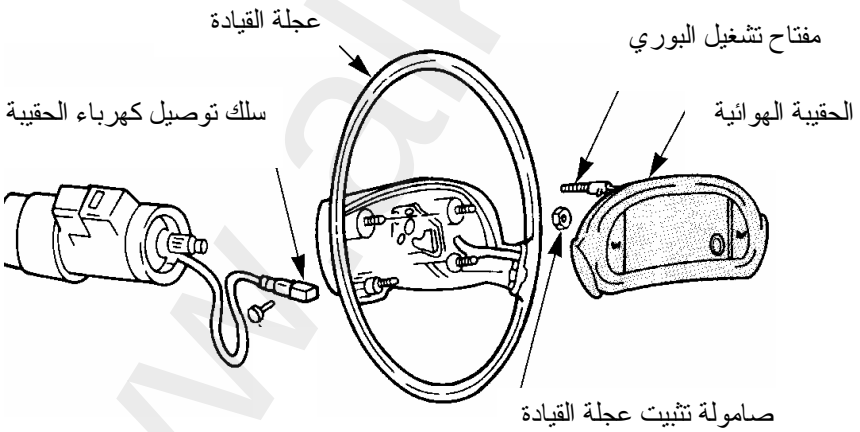
www.alkottob.com



شكل - ٣ نظام تشغيل الحقيبة أثناء الحوادث



شكل – ٤ ياي تشغيل الحقيبة

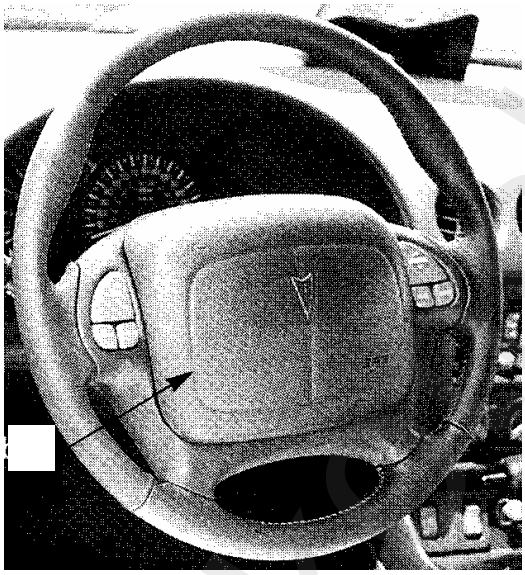


شكل – ٥ الحقيبة الهوائية داخل عجلة القيادة

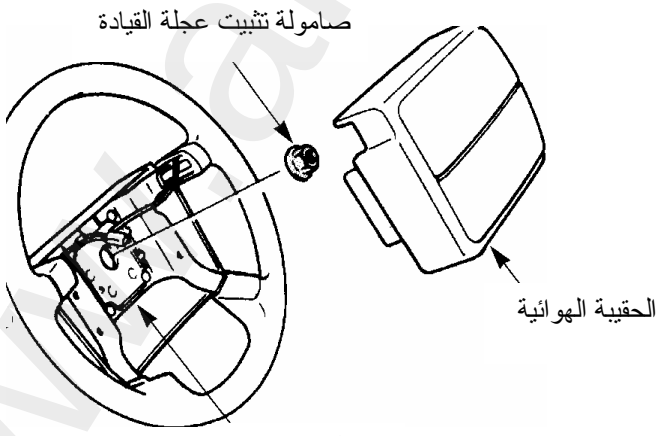
www.alkottob.com

عجلة القيادة

تتصل عجلة القيادة بعمود القيادة ، تنقل عجلة القيادة حركة يد السائق إلى عمود القيادة ، عجلة القيادة عبارة عن حلقة دائرية الشكل (الطارة) يوجد في منتصفها صرة بداخلها أسنان (مراود) تعشق في عمود القيادة وتثبت بصامولة يعتمد جهد التوجيه على قطر الطارة لكي تعمل عجلة القيادة بشكل مناسب لابد من ضبط خلوص عجلة القيادة . شكل – ٦ يوضح عجلة القيادة. تحتوي عجلة القيادة على الحقيبة الهوائية مفتاح تشغيل البوري كما في شكل – ٧



شكل – ٦ عجلة القيادة



شكل – ٧ عجلة القيادة مع الحقيبة الهوائية والبوري

www.alkottob.com

عمودي التوجيه

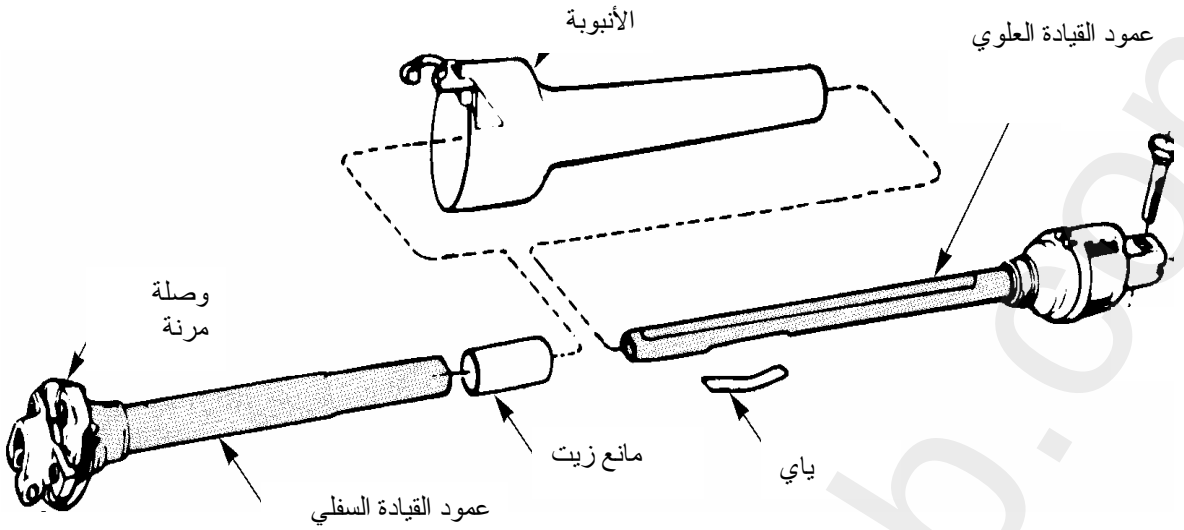
يصنع عمود القيادة من جزئيين الأول صلب والأخر أنبوبي يدخل الصلب داخل الأنبوبي كما هو واضح في شكل – ٨ . عمود التوجيه يتكون من عمود التوجيه الرئيسي والذي يحول دوران عجلة القيادة إلى تروس التوجيه ، وماسورة العمود التي تثبت عمود التوجيه الرئيسي إلى الجسم كما في شكل - ٩. النهاية العليا لعمود التوجيه الرئيسي متدرجة ومسننة ، وعجلة القيادة مثبتة عليها بواسطة صامولة. عمود التوجيه يشمل ألية امتصاص الصدمة والتي تمتص قوة الضغط التي قد تسلط على السائق في حالة الاصطدام. عمود التوجيه مثبت في الجسم عن طريق مشبك عمود قابل للانثناء لكي يتراجع عمود التوجيه بسهولة عند الاصطدام. النهاية السفلى لعمود التوجيه الرئيسي موصلة بتروس التوجيه ، عموما بواسطة وصلة مرنة أو وصلة عامة لتقليل توصيل صدمة الطريق إلى عجلة القيادة. بالإضافة إلى آلية امتصاص الصدمة فإن عمود التوجيه الرئيسي يحتوي على عدد من أنظمة تحكم التوجيه ، مثلا آلية قفل التوجيه والتي تقفل العمود الرئيسي تماما والية انحناء عجلة القيادة والتي تسمح للسائق بضبط الوضع العمودي لعجلة القيادة وآلية إطالة العمود والتي تسمح للسائق بتغيير طول عمود التوجيه بحرية للحصول على وضع قيادة أفضل. يوجد بعمود التوجيه بعض الآليات مثل:

- آلية امتصاص الصدمة لعمود التوجيه عندما تصطدم السيارة ، هذه الآلية تمنع العمود الرئيسي من إيذاء السائق بطريقتين : بالانكسار لحظة وقوع الحادث (الصدمة الأولى) ، وبواسطة تقليل الصدمة الثانية على جسم السائق عند ضرب عجلة القيادة نتيجة القصور الذاتي

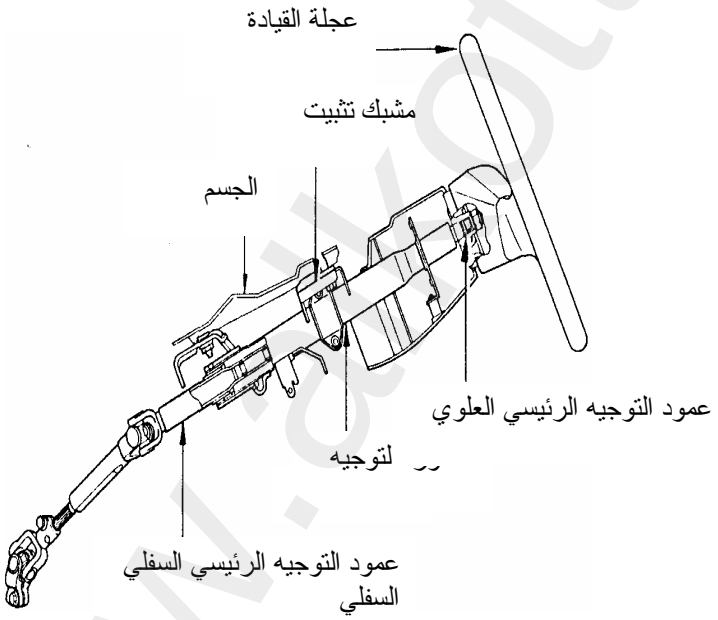
أعمدة التوجيه ذات امتصاص الطاقة مقسمة للآتي:

١. نوع المشبك القابل للأنحاء.
٢. النوع الكروي.
٣. النوع السيلكون ـ المطاطي المسحون المقفل بالداخل.
٤. النوع التشابكي.
٥. نوع الوسادة.

www.alkottob.com

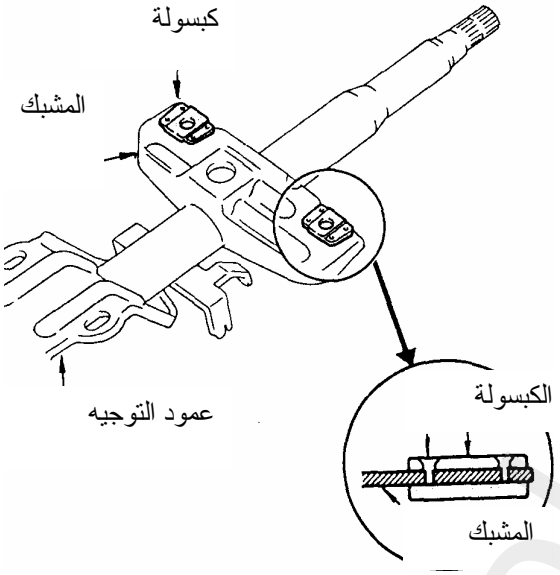


شكل – ٨ عمود القيادة العلوي والسفلي



مشبك الانحناء كما في شكل – ١٠ ، مصنوع بالضغط يتم لحام المشبك في ماسورة العمود وتثبيت على جسم المركبة بعواميد الجزء الكبسولي لمشبك الانحناء أيضا مثبت على جسم المركبة. مشبك الانكسار لعمود التوجيه يثبت بمسامير في دعامة لوحة العدادات بواسطة كبسولتين. الكبسولات مثبتة على المشبك العلوي للعمود بواسطة أربعة خوابير بلاستيكية.

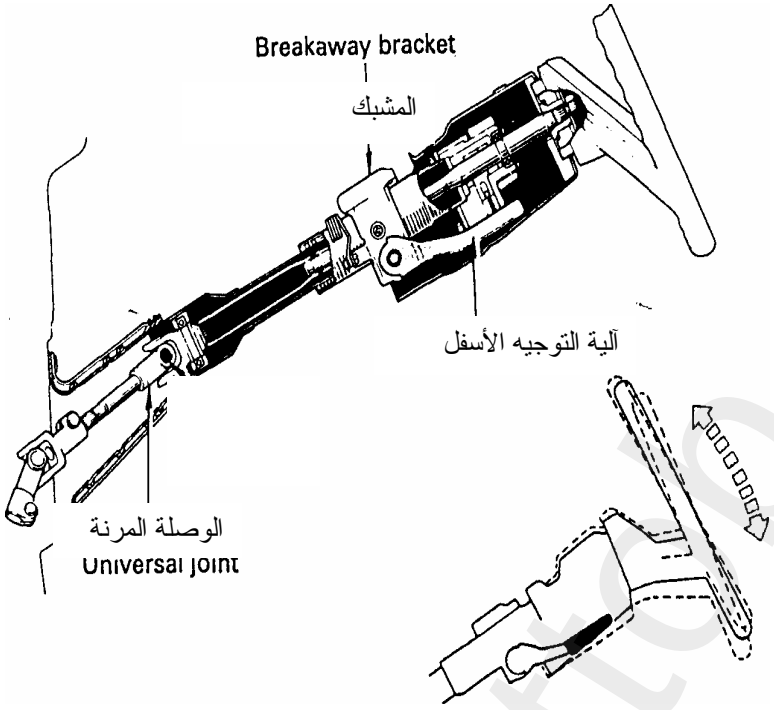
www.alkottob.com



شكل –١٠ آلية امتصاص صدمة عمود التوجيه (مشبك الانحناء)

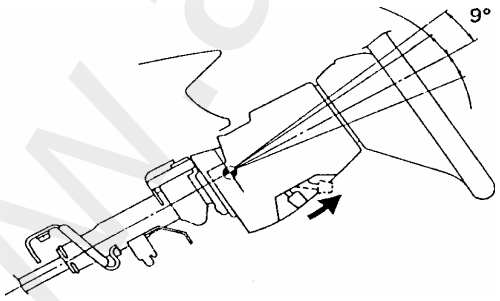
آلية التوجيه تسمح باختيار وضع عجلة القيادة في الاتجاه الرأسي لتناسب وضع السائق وتنقسم إلى نوع المرتكز الأسفل وفيه مرتكز الانحناء مركب في الطرف الأسفل لعمود التوجيه الرئيسي لكي يتم تغيير ارتفاع الجزء العلوي لعمود التوجيه بالنسبة إلى مشبك الانكسار كما هو في الشكل –٦.

www.alkottob.com



شكل –١١ آلية التوجيه ذو المرتكز الأسفل

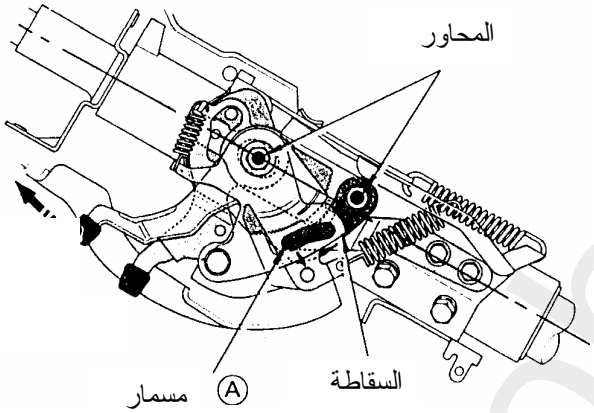
نوع المرتكز الأعلى كما في شكل – ١٢ وفيه وصلة عمود التوجيه الرئيسي تثبت داخل غشاء عمود التوجيه ، هذه الوصلة تكون التركيبة التي هي المرتكز للانضباط العليا والسفلي لزاوية عمود التوجيه. كمية الانحناء يمكن اختيارها بحرية بواسطة أسنان سقاطة ذات سبع خطوات. عند الانحناء للأعلى فإن زاوية الانحناء ٩ درجة من الوضع المحايد لتحسين سهولة الدخول والخروج. ضبط الانحناء يمكن أن يحدث بواسطة استعمال ذراع واحد لتسهيل الاستعمال.



شكل – ١٢ يوضح آلية التوجيه ذات المرتكز الأعلى

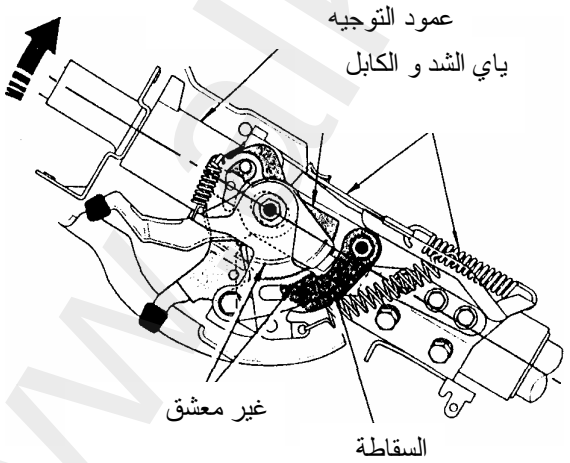
www.alkottob.com

- آلية غلق الانحناء عندما يحرك السائق ذراع الانحناء إلى أعلى فإن فتحة حدبةً ذراع الانحناء تدفع المسمار A إلى اليمين في اتجاه عقارب الساعة ، بما أن المسمار مثبت في أعلى السقاطة فإن المسمار والسقاطة يتحركان كوحدة كما في شكل - ١٣.



شكل – ١٣ قفل آلية الانحناء

- آلية فتح الانحناء عند دفع السقاطة في اتجاه اليمين عكس عقرب الساعة فان السقاطة المسننة تتحرك كوحدة مع المشبك العلوي للعمود ، بفك اشتباكها مع السقاطة وكنتيجة لذلك ينحني المشبك العلوي للعمود للأعلى للزاوية القصوى بواسطة ياي الشد و الكابل ، في هذا الوقت ، يتحرك غطاء الذاكرة حسب السقاطة المسننة كما في شكل - ١٤.

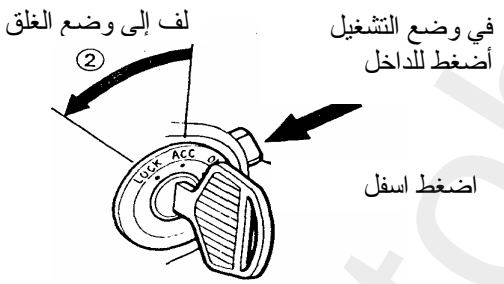


شكل – ١٤ فتح آلية الانحناء

- آلية قفل التوجيه صنعت لحماية المركبة من السرقة بعد مغادرة السائق للمركبة ، هذه الآلية تقفل العمود الرئيسي للتوجيه مع عمود التوجيه عندما يسحب مفتاح التشغيل من اسطوانة مفتاح

www.alkottob.com

الإشعال. لذلكفإن المركبة لا يمكن أن تلف أو تدور حتى ولو كان من الممكن تشغيل المحرك بدون مفتاح الإشعال. لمنع عجلة القيادة من القفل غير مرغوب أثناء القيادة فإن قفل الإشعال مصمم على أن لا يحدث إلا بعد استخراج مفتاح الإشعال ، ومفتاح الإشعال مصمم بحيث لا يلف من وضع التشغيل إلى وضع غلق ألا بضغطة كما في شكل – ١٥.

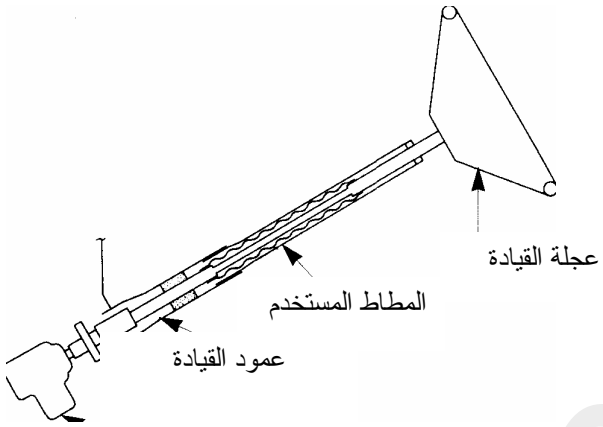


شكل – ١٥ آلية قفل التوجيه

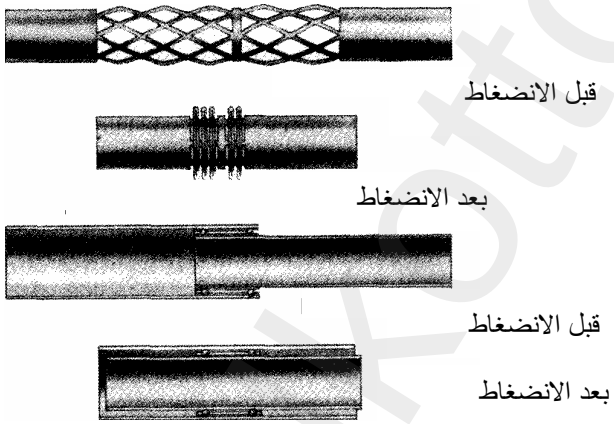
أجهزة ماصة الصدمات في عمود التوجيه

نتيجة سير السيارة على سطح الطريق وتداخل الإطارات مع سطح الطريق وعدم استواء سطح الطريق يؤدي إلى انتقال قوة من سطح الطريق إلى جهاز القيادة تعمل على اهتزاز عجلة القيادة وعدم القدرة على التحكم فيها. لذلك يوجد أجهزة داخل جهاز القيادة تعمل على تقليل وصول الاضطرابات من سطح الطريق إلى جهاز القيادة. حتى سنة ١٩٦٠ م لم يكن يوجد اهتمام إضطرابات عجلة القيادة ، أول محاولة لمص الصدمات من جهاز القيادة ومنعها من الوصول إلى عجلة القيادة استعمال جزء مطاط مع عمود التوجيه يوضع بين عمود التوجيه الرئيسي العلوي والسفلي كما في شكل – ١٦. تستخدم أنواع عدة من المطاط كما هو موضح في شكل – ١٧ .تستخدم وصلة مرنة مع عمود التوجيه تمص الصدمة وفي نفس الوقت تحافظ على مركزية عمود التوجيه مع عمود الترس الدودي يمكن استخدام وصلة جلد كما في شكل – ١٨. في بعض أجهزة القيادة يستعمل وصلة هوك كما في شكل – ١٩.

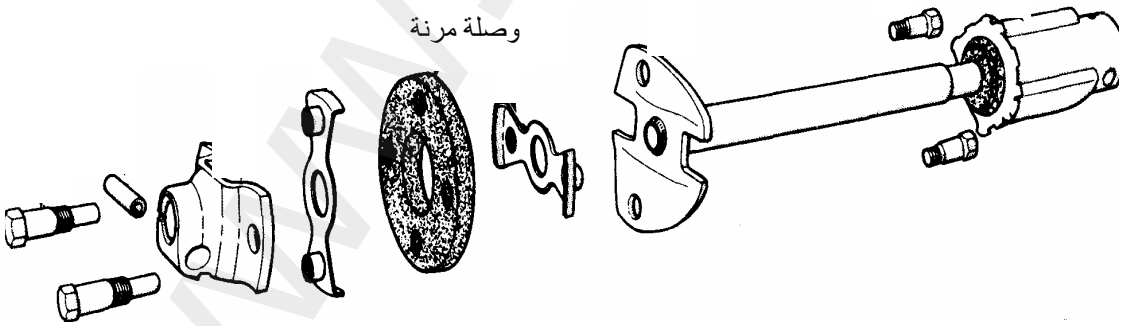
www.alkottob.com



شكل – ١٦ استخدام المطاط مع عمود التوجيه لتقليل الاضطرابات

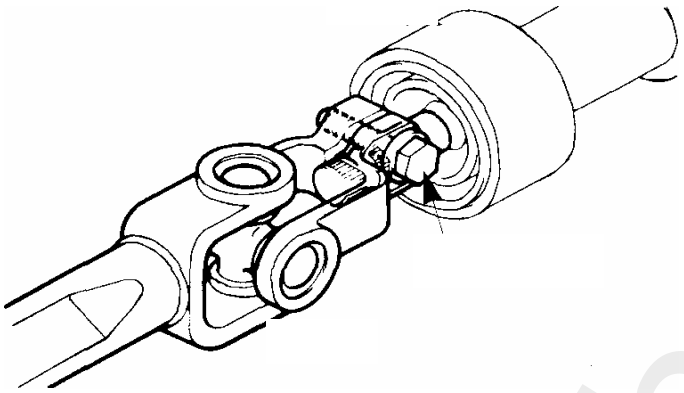


شكل – ١٧ المطاط المستخدم في ماص الصدمات مع عمود التوجيه



شكل – ١٨ يوضح استعمال وصلة مرنة مع عمود التوجيه الرئيسي

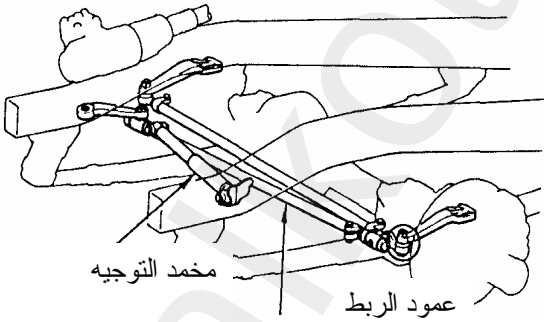
www.alkottob.com



شكل – ١٩ وصلة هوك التي تستعمل مع عمود التوجيه الرئيسي

مخمد التوجيه

مخمد التوجيه يعمل على ماص الصدمات يركب بين وصلات التوجيه والهيكل ليخمد الصدمات والاهتزاز المنقول من العجلات إلى عجلة القيادة كما هو واضح في شكل - ٢٠.



شكل – ٢٠ مخمد التوجيه

www.alkottob.com

الفصل الثاني : علبة صندوق التوجيه العادية (التقليدية)_Manual Steering Gear

سوف تتعرف في هذا الفصل على الآتي :

- صندوق القيادة التقليدي.
- نسبة تروس التوجيه.
- نسبة التوجيه المتغيرة.
- وظيفة صندوق القيادة التقليدي.
- أساس تشغيل صندوق القيادة التقليدي.
- الأسس المتبعة في تصميم صندوق التوجيه.
- صندوق التوجيه ذو الكامة والذراع.
- صندوق القيادة ذو الترس الدائري.
- صندوق التوجيه ذو الرمان الدائر والترس.
- صندوق القيادة ذو الجريدة المسننة والبنيون.

صندوق القيادة التقليدي

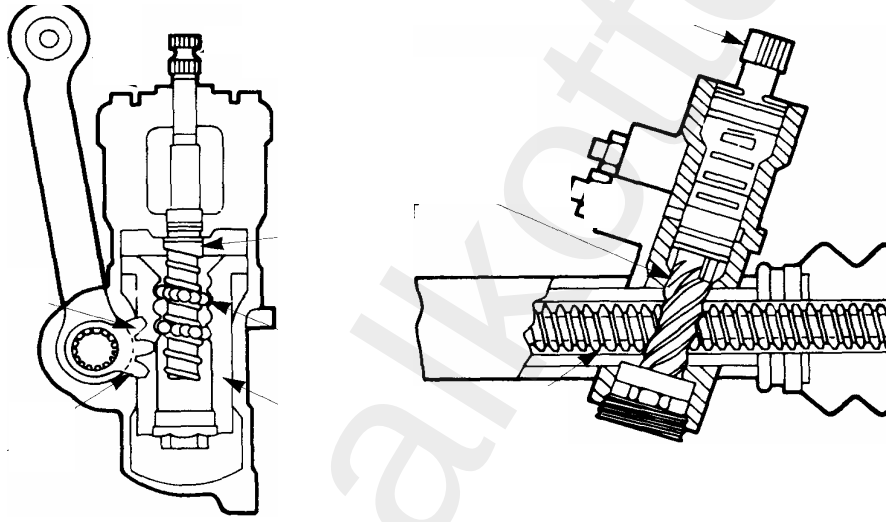
جميع السيارات الحديثة تستعمل نوعاً من نوعين لصندوق القيادة وهي الجريدة والبنيون أو الصندوق ذو الترس الدائر كما في شكل -٢١. هذان النوعان يعمل على تحويل الحركة الدورانية لعجلة القيادة إلى حركة خطية للعجل عن طريق قضيب الربط كما في شكل –٢٢ عند دوران عجلة القيادة من أقصى الشمال إلى أقصى اليمين يتحرك العجل زاوية من ٦٠ إلى ٧٠ ^{o} . هذا يتم خلال من ٣ إلى ٦ لفات كاملة لعجلة القيادة ويعتمد على تصميم نسبة التوجيه.

نسبة تروس التوجيه

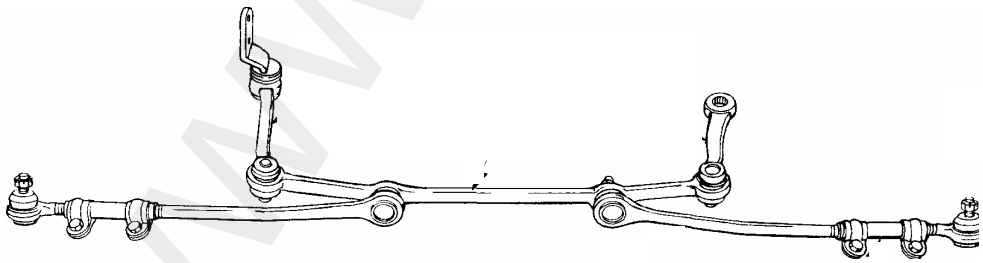
التروس في علبة تروس التوجيه لا تقوم بتوجيه العجلات الأمامية فقط بل في نفس الوقت هي تعمل كتروس تخفيض الجهد المطلوب للف عجلة القيادة بواسطة زيادة العزم الناتج.نسبة التخفيض تسمى نسبة ترس التوجيه وهي عموما في حدود ١:١٨ أو ٢٠: ١ . النسبة العالية تخفض جهد التوجيه ولكن تجعل من الضروري لف عجلة القيادة اكثر عند السير حول ملف .هناك عدة أنواع من أنظمة تروس التوجيه ولكن نوع الجريدة المسننة وترس ، ونوع الرمان الدائر هي في العموم الأكثر استعمالا في المركبات الحديثة . النوع الأول يركب عموما في بعض سيارات الركاب الصغيرة وذات الحجم المتوسط وفي المركبات

www.alkottob.com

التجارية ، والنوع الأخير في سيارات الركاب الكبيرة وذات الحجم المتوسط في المركبات التجارية . نسبة تروس التوجيه في حالة نوع الرمان الدائر ، نسب تروس التوجيه تحسب بواسطة قسمة كمية دورات عجلة القيادة على مقدار تحرك ذراع بتمان بالدرجات. في حالة نوع الجريدة المسننة وترس فإن نسبة ترس التوجيه تحسب بقسمة كمية دورات عجلة القيادة على زاوية توجيه العجلة الأمامية بالدرجات. نسبة التوجيه تعرف بأنها عدد درجات دوران عجلة القيادة إلى درجات حركة الإطار . على سبيل المثال نسبة التوجيه ١٦ : ١ وهذا يعني كل ١٦ درجة من عجلة القيادة تعطي درجة واحدة على العجل الأمامي. نسب التوجيه شائعة الاستخدام من ١٢ : ١ و ٢٥ : ١. صانعو السيارات يختارون نسبة التوجيه على حسب وزن السيارة ونوع التوجيه هل هو توجيه عادي أو توجيه بالمؤازر (بورستيرنج). نسبة التوجيه السريعة ١٢ : ١ تستخدم مع السيارات الخفيفة أو مع التوجيه المؤازر. نسبة التخفيض البطيئة ٢٥ : ١ تعطي توجيهاً سهلاً لسيارات النقل وخاصة مع التوجيه العادي. شكل – ٢٣ يوضح نسبة توجيه ثابت.

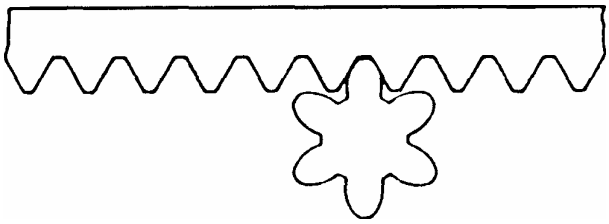


شكل – ٢١ يوضح علبة التروس نوع الجريدة المسننة والترس ونوع الرمان الدائر والترس



شكل – ٢٢ يوضح أذرع الربط

www.alkottob.com



شكل - ٢٣ يوضح نسبة تخفيض ثابت

نسبة التوجيه المتغيرة

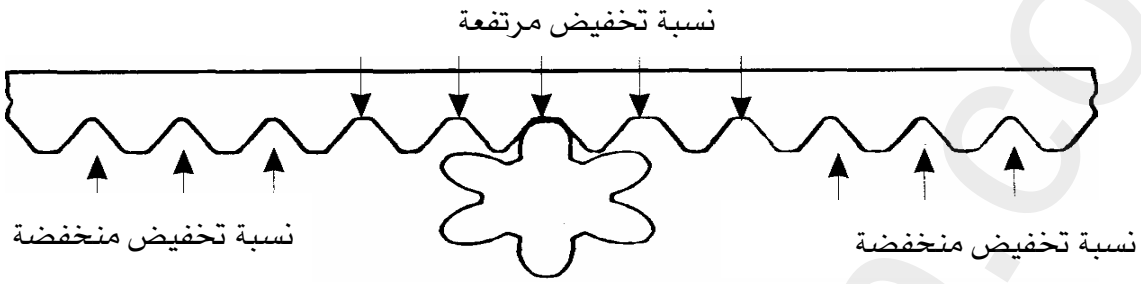
تتم نسبة التوجيه المتغيرة على علبة التروس نوع الجريدة المسننة ـ البنيون. بنيون التوجيه في النهاية السفلي لعمود التوجيه الرئيسي يعشق مع الجريدة المسننة إلى اليسار واليمين. حركة البنيون تنقل إلى أذرعه الركبة عن طريق جوزات أزرع الربط . من مميزات الجريدة المسننة والترس:

١. بسيط خفيف الوزن ، صندوق التروس صغير ، لا يستعمل أعمدة توصيل.
٢. تعشيق البنيون مباشر ، لذلك استجابة التوجيه سريعة جدا.
٣. مقاومة للانزلاق والدوران قليلة ونقل العزم افضل.
٤. مجموعة تروس التوجيه محكمة ولا تحتاج إلى صيانة.

خطوة الجريدة المسننة (المسافة بين الأسنان من القمة أو القاع) تناقص تدريجيا عند أطراف الجريدة المسننة والعمق (تداخل الخطوة) الذي تعشق فيه أسنان البنيون مع أسنان الجريدة المسننة يصبح أكبر لهذا الأسباب فإن قطر الخطوة المؤثر بالنسبة للترس يتناقص كلما اقترب الترس من أطراف الجريدة المسننة. هذا يعني أنه لنفس مقدار دوران عجلة القيادةفإن الجريدة المسننة بالمقارنة مع تحركها في المنتصف.وبالتالي ، عكس نوع النسبة الثابتة ، والذي يزداد فيه جهد التوجيه عموما مع دوران عجلة القيادة ، ففي نوع النسبة المتغيرة جهد التوجيه يتغير قليلا فقط لذلك فان التوجيه ممكن بجهد قليل. من الممكن تقليل جهد التوجيه الضروري عندما تسير المركبة ببطء أو أثناء توقفها بواسطة زيادة نسبة ترس التوجيه. بهذا العمل أيضا تقل استجابة التوجيه. الحل هو استعمال ترس توجيه له نسبة توجيه متغيرة. هذا هو النوع الشائع الاستعمال في المركبات الحديثة ذات التوجيه العادي. شكل – ٢٤ يوضح نسبة تخفيض متغيرة على الجريدة المسننة. بعض صناديق القيادة تصمم على أن تكون نسبة التوجيه متغيرة. يتم تغيير نسبة التوجيه عن طريق خطوة السنون أي المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليتين للسنون بعمل تخفيض سريع في المنتصف وبطيء على الجوانب يعمل أثناء المنحنيات أو صف السيارة عند التوقف. ويمكن تغير نسبة التوجيه عن طريق طول عمود التوجيه وذراع التوصيل. على سبيل المثال عمود توجيه

www.alkottob.com

طويل مع ذراع توصيل قصير يعطي نسبة توجيه بطيئة ، عمود توجيه قصير مع ذراع توصيل طويل يعطي نسبة توجيه سريعة.



شكل – ٢٤ نسبة تخفيض متغيرة

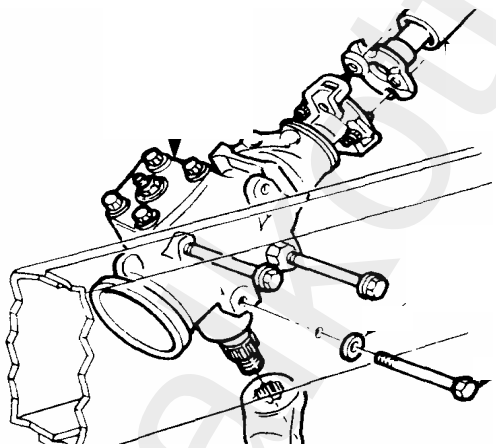
وظيفة صندوق القيادة التقليدي

وظيفة صندوق القيادة تغيير الحركة الدورانية لعجلة القيادة وعمود القيادة إلى حركة جانبية بالضغط على أذرع القيادة. في أثناء العمل لابد أن يزود صندوق القيادة بنسبة التوجيه ويعمل بسهولة بدون أي مشاكل. الشائع في صندوق القيادة التقليدي استخدام نوع صندوق القيادة ذي تنقل الكرة في السيارات وتطور هذا النظام إلى صندوق القيادة ذي الترس الدودي والدائري وصندوق القيادة ذي الترس الدودي والكروي و صندوق القيادة ذي الكامة والذراع هذه الأنواع توضح التطور في صندوق القيادة.

www.alkottob.com

أساس تشغيل صندوق القيادة التقليدي

صندوق القيادة التقليدي فيه عمود القيادة يعمل مع الترس الدودي ويتصل بعجلة القيادة من خلال بعض أنواع الوصلات المرنة. الترس الدودي يتصل مباشرة مع عمود القيادة ويعشق مع الترس المقطعي أو الترس الدائري. في بعض التصميمات ، الترس أو سن الذراع مع العمود يعشق مع صامولة كروية تركب أعلى الترس الدودي. نهايتا الترس الدودي يحملان على كراسي تحميل أسطوانية أو دورانية لكي يحكم حركته. عمود الترس المقطعي يثبت على جلب. يمكن ضبط الخلوص بين الترس الدودي وعمود الترس المقطعي. التروس والجلب وكراسي التحميل جميعا داخل علبة القيادة ومحكمة الغلق ويوضع بداخلها زيت مع وجود موانع للزيت داخل علبة القيادة لمنع تسرب الزيت وعدم دخول الأتربة والمياه أو أي أشياء أخرى من الدخول إلى علبة القيادة. يمكن اختبار مستوى الزيت داخل صندوق القيادة باستخدام مقياس للزيت أو فك أحد مسامير تثبيت غطاء صندوق القيادة. صندوق القيادة يثبت مع شاسية السيارة بالمسامير كما في شكل -٢٥.

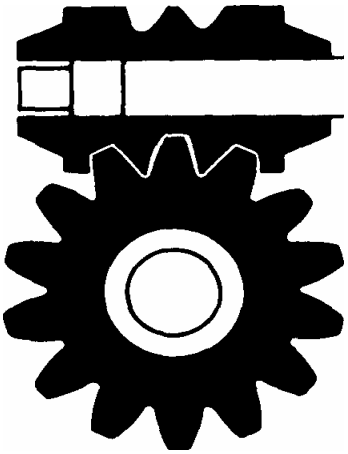


شكل – ٢٥ تثبيت علبة التروس في الشاسية

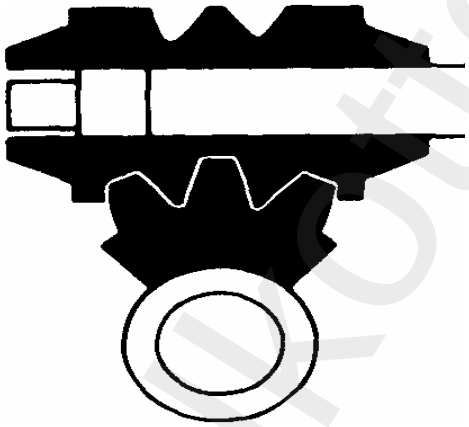
الأسس المتبعة في تصميم صندوق التوجيه

معظم صناديق التروس اعتمد في تصميمها على الترس الدودي المستخدم من اكثر من ٢٠ سنة. شكل - ٢٦ يوضح الترس الدودي يعشق مع الترس الدائري . معظم التروس الدائرية لا تستخدم حاليا بسبب أن حركتها محدودة ولا يمكن دورانها دورة كاملة لذلك تم استبدال الترس الدائري بالترس المقطعي كما في شكل -٢٧ الذي يوضح تعشيق الترس الدودي مع الترس المقطعي. المميزات من استخدام الترس المقطعي تقليل الوزن والتحكم في مدي حركة الترس المقطعي إذا ما قورن بالترس الدائري.

www.alkottob.com



شكل – ٢٦ صندوق التوجيه ذو الترس الدودي والترس الدائري



شكل – ٢٧ صندوق التوجيه ذو الترس الدودي و الترس المقطعي

www.alkottob.com

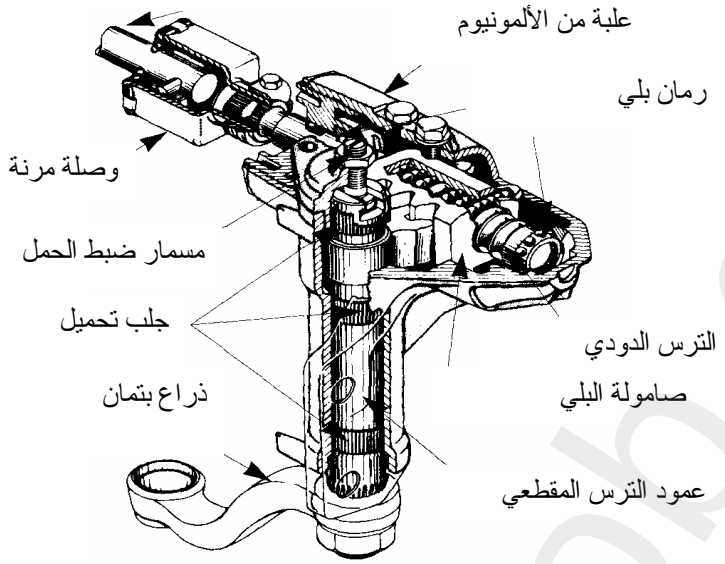
صندوق التوجيه ذو الكامة والذراع

غالبا ما يسمي بزهرة صندوق القيادة وقد تم تصميم واستخدام هذا النوع عام ١٩٢٣م ، وتعتمد نظرية عمل هذا النظام على وجود كامة على شكل زهرة في نهاية عمود القيادة يعشق مع ذراع القيادة وينقل حركة عجلة القيادة إلى الوصلات ومنها إلى العجل. وهذا النوع يمكن تطبيق نسبة التوجيه المتغيرة بسهولة ويسر وتعتمد على خطوة الكامة أي مسافة عمق الكامة. جهاز القيادة ذو الكامة والعمود يعتبر أول صندوق قيادة يعمل على تطبيق نظام عدم قابلية الرجوع وهو مهم لأي في أي نظام توجيه. نظام صندوق القيادة ذو الكامة والعمود يعمل على منع هذه الظاهرة . مثل صندوق القيادة الدودي والدائري يستعمل صندوق القيادة ذو الكامة والعمود في السيارات حتى الآن في سيارات النقل الثقيل.

صندوق القيادة ذو الترس الدائري (Worm and roller design)

أصبحت بعض السيارات ثقيلة الوزن وازداد حجم الإطارات بها مما أدى إلى زيادة الاحتكاك والتآكل داخل صندوق القيادة نتيجة زيادة الأحمال. لعلاج هذه المشاكل تم تصميم صندوق القيادة ذي الترس الدائري سنة ١٩٢٦م. وفي هذا التصميم تم وضع صامولة فوق الترس الدودي تتحرك على الترس الدودي وبينهما بلي كروي يعمل على تقليل الأحمال والاحتكاك والتآكل وتم تعشيق الصامولة مع الترس المقطعي كما في شكل - ٢٨. عند حركة عجلة القيادة تنتقل الحركة إلى الترس الدودي ثم الصامولة والترس المقطعي ثم تنقل الحركة إلى الأذرع والوصلات والعجل. يستخدم هذا النوع من التوجيه حتى الآن مع السيارات النقل الثقيل.

www.alkottob.com

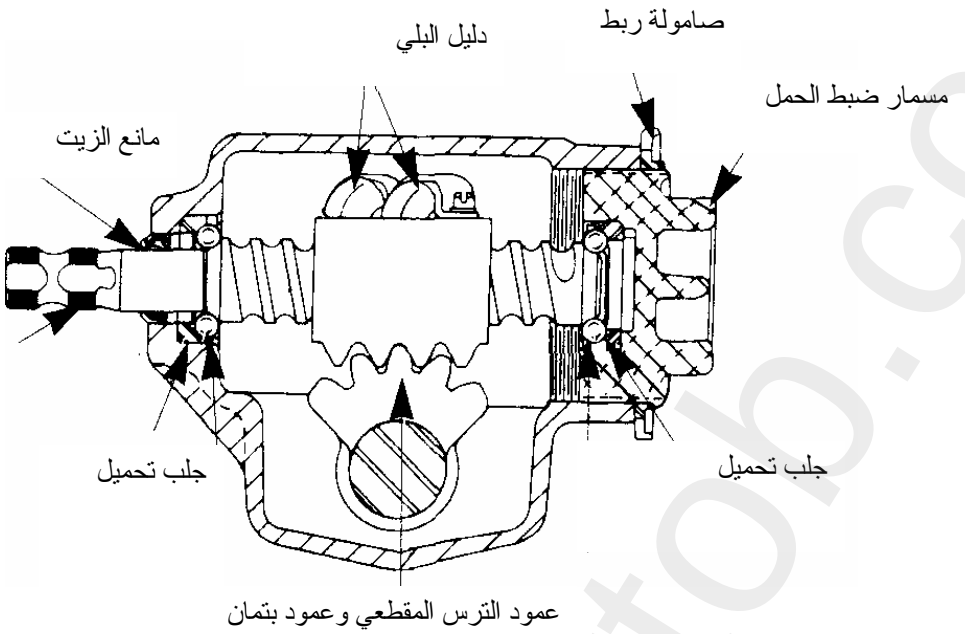


شكل – ٢٨ صندوق القيادة ذو الترس الدائري

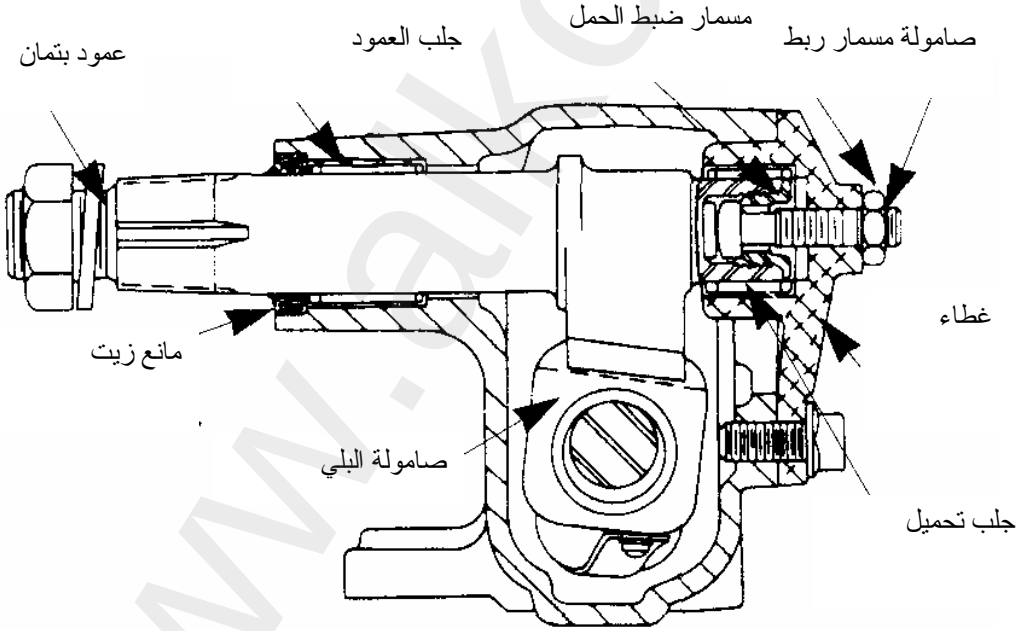
صندوق التوجيه ذو الرمان الدائر والترس (Recirculating ball design)

صندوق التوجيه ذو الترس الرمان الدائر استعمل في السيارات منذ عام ١٩٤٠ م. والاختلاف بين صندوق التوجيه ذو الرمان الدائر وصندوق التروس الدائري ، الصامولة المنزلقة في نوع صندوق التوجيه ذو الرمان الدائر تحتوي على أسنان داخلية بها مجاري داخلية. وصامولة البلي تركب على عمود التوجيه ، تحتوي أيضا على أسنان بها المجاري. يوجد مجموعات من البلي تركب بين المجاري على الأسنان. تعشق الصامولة مع ترس مقطعي. عندما تدور عجلة القيادة تتحرك الصامولة على الترس الدودي ذهابا وعودة ثم يتحرك تبعا لذلك الترس المقطعي ، يتصل الترس المقطعي بوصلات التوجيه تنتقل الحركة من عمود الترس المقطعي إلى وصلات التوجيه من خلال عمود بتمان ثم إلى العجل. وجود البلي يعمل على تقليل الاحتكاك إلى درجة كبيرة جدا. صامولة البلي تحتوي على مجموعتين من البلي تتحركان خلال دائرتين منفصلتين من خلال أنبوبة توجيه لحركة البلي وتمنع البلي من الخروج خارج مسارات الصامولة كما هو واضح في شكل – ٢٩. يمكن ضبط الحمل على جلبة الترس الدودي وصامولة البلي والترس المقطعي في علبة التوجيه. لذا يمكن ضبط الحمل على جلبة الترس الدودي من خلال مسمار عند نهاية عمود الترس الدودي كما في شكل – ٣٠ ، يتم ضبط الحمل على صامولة البلي والترس المقطعي من خلال مسمار ضبط الحمل في نهاية عمود الترس المقطعي.

www.alkottob.com



شكل – ٢٩ يوضح صندوق التوجيه ذو الرمان الدائر

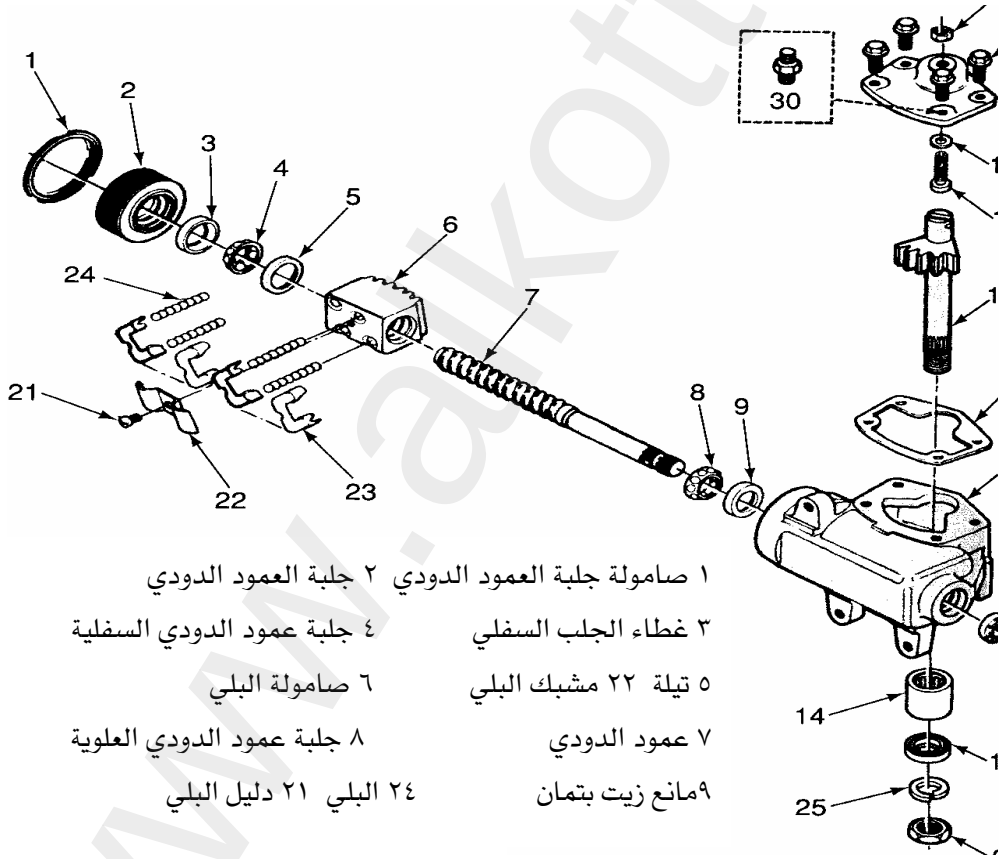


شكل – ٣٠ ضبط الحمل على صندوق التوجيه ذي الترس الدائر

www.alkottob.com

نظرية عمل علبة التروس الرمان الدائر والترس

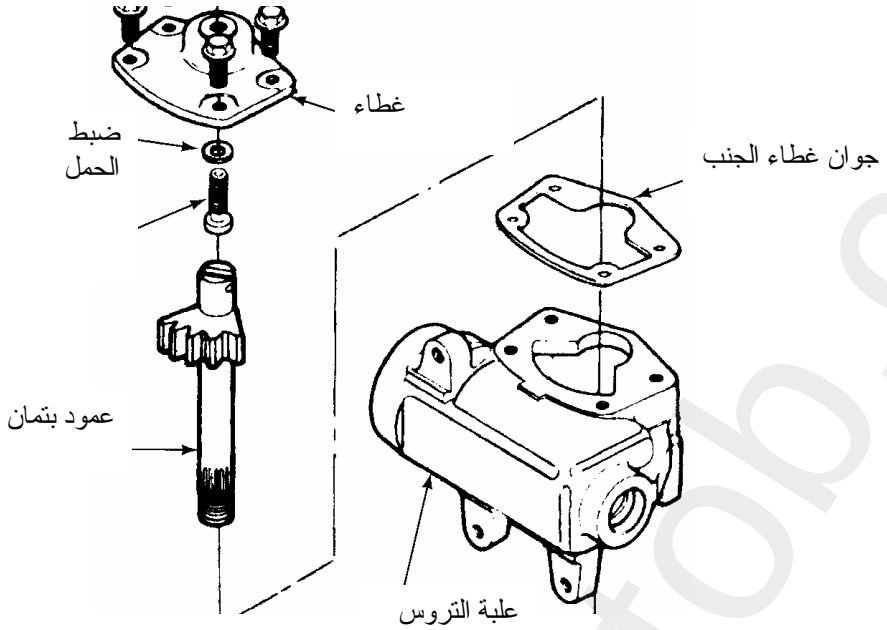
عجلة القيادة تتصل بعمود القيادة ، عمود القيادة يتصل بعمود الترس الدودي ، يثبت عمود الترس الدودي داخل علبة التروس على جلب (محامل) من النهايتين و يركب عليها مانع زيت لمنع تسريب الزيت ويوجد مسمار ضبط الحمل على عمود الترس الدودي. صامولة البلي تركب فوق عمود الترس الدودي وتتحرك عليه حركة انتقالية ، وتحتوي الصامولة على أسنان داخلية ويتحرك بداخلها البلي كما في شكل –٣١. عند دوران عمود الترس الدودي بواسطة عجلة القيادة وعمود القيادة تتحرك الصامولة إلى أعلى وأسفل على عمود الترس الدودي ، نتيجة اتصال الترس المقطعي بالصامولة يتحرك عمود بتمان المتصل بالترس المقطعي ، يتصل عمود الترس المقطعي بعمود بتمان الذي يتصل مع وصلات التوجيه لينقل الحركة إلى العجل. نهاية عمود بتمان للترس المقطعي تثبت على محامل وغطاء يثبت هذه النهاية كما في شكل -٣٢ ويمكن تغير نسبة التوجيه عن طريق الخطوة بين الترس المقطعي والصامولة البلي كما في شكل -٣٣. يمكن ضبط الحمل على عمود بتمان للترس المقطعي من مسمار ضبط الحمل.



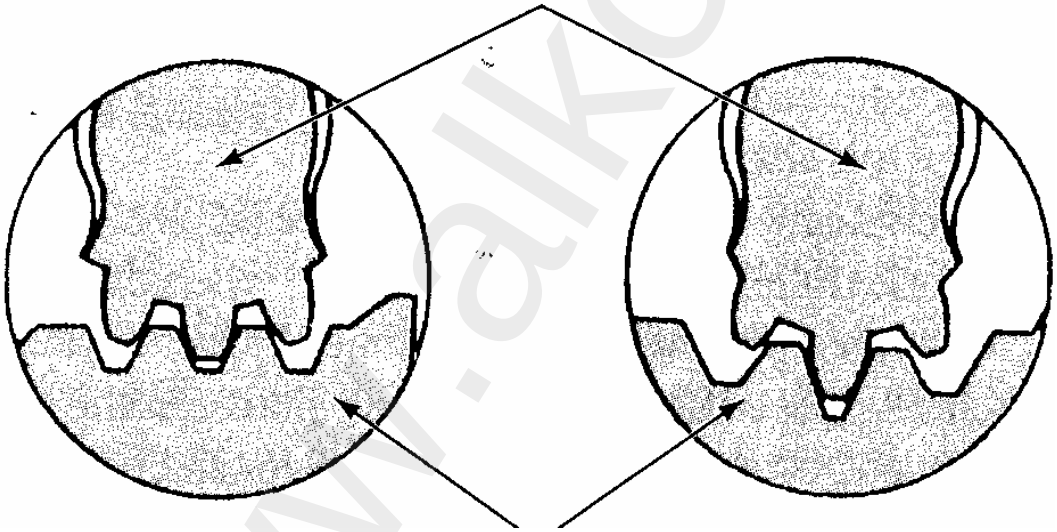
١ صامولة جلبة العمود الدودي ٢ جلبة العمود الدودي
٣ غطاء الجلب السفلي ٤ جلبة عمود الدودي السفلية
٥ تيلة ٢٢ مشبك البلي ٦ صامولة البلي
٧ عمود الدودي ٨ جلبة عمود الدودي العلوية
٩مانع زيت بتمان ٢٤ البلي ٢١ دليل البلي

شكل – ٣١ علبة تروس الرمان الدائر والترس

www.alkottob.com



شكل – ٣٢ عمود الترس المقطعي وضبط الحمل



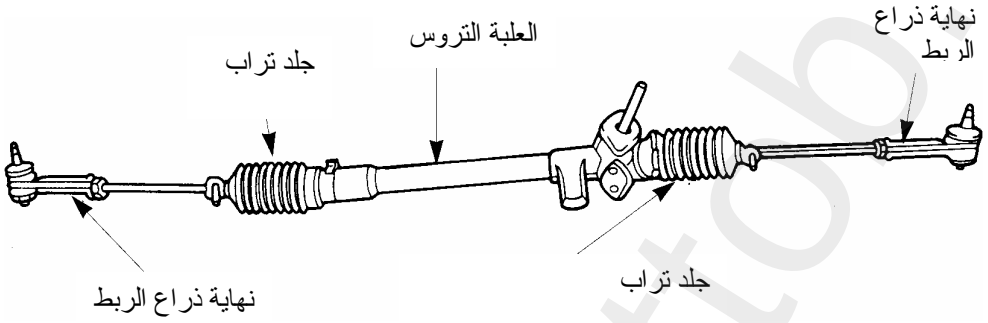
شكل – ٣٣ تغيير نسبة التوجيه بتغيير خطوة الأسنان

www.alkottob.com

صندوق القيادة ذو الجريدة المسننة والبنيون

صندوق القيادة ذو الجريدة المسننة والبنيون كما هو موضح في شكل – ٣٤ يستخدم الآن في السيارات الحديثة للأسباب الآتية:

١. أقل تعقيدا إذا ما قورن بالأنواع الأخرى ويستعمل أجزاء بسيطة في تركيبه
٢. خفيف الوزن ويأخذ مساحة صغيرة من السيارة.
٣. أقل تكاليفاً في صناعته.



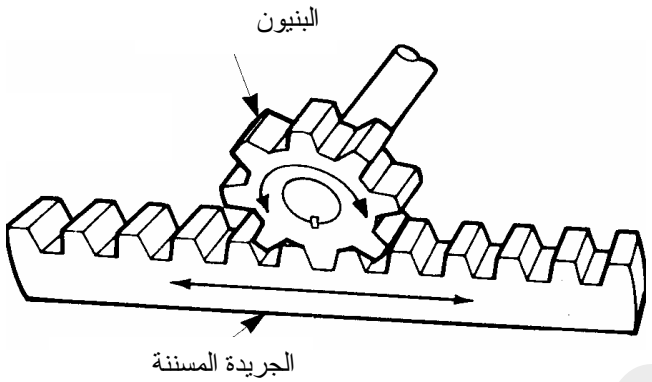
شكل – ٣٤ صندوق التوجيه ذو الجريدة المسننة والترس

نظرية عمل صندوق التروس ذو الجريدة والبنيون

١. عند لف عجلة القيادة يدور تبعا لذلك ترس البنيون ، حركة ترس البنيون تسبب حركة الجريدة المسننة من جانب إلى أخر . يحول صندوق التروس ذو الجريدة والبنيون الحركة الدائرية إلى حركة خطية مباشرة بدون أي وصلات كما هو متبع في الأنواع الأخرى يؤدي ذلك إلى تقليل وصلات التوجيه في هذا النظام وخفة الوزن. مثل صناديق التروس الأخرى فإن نسبة التخفيض تحسب بنسبة البنيون تمثل الداخل إلى الجريدة وتمثل الخارج. نسب التخفيض ممكن أن تكون ثابتة أو متغيرة كما ذكر سابقا.

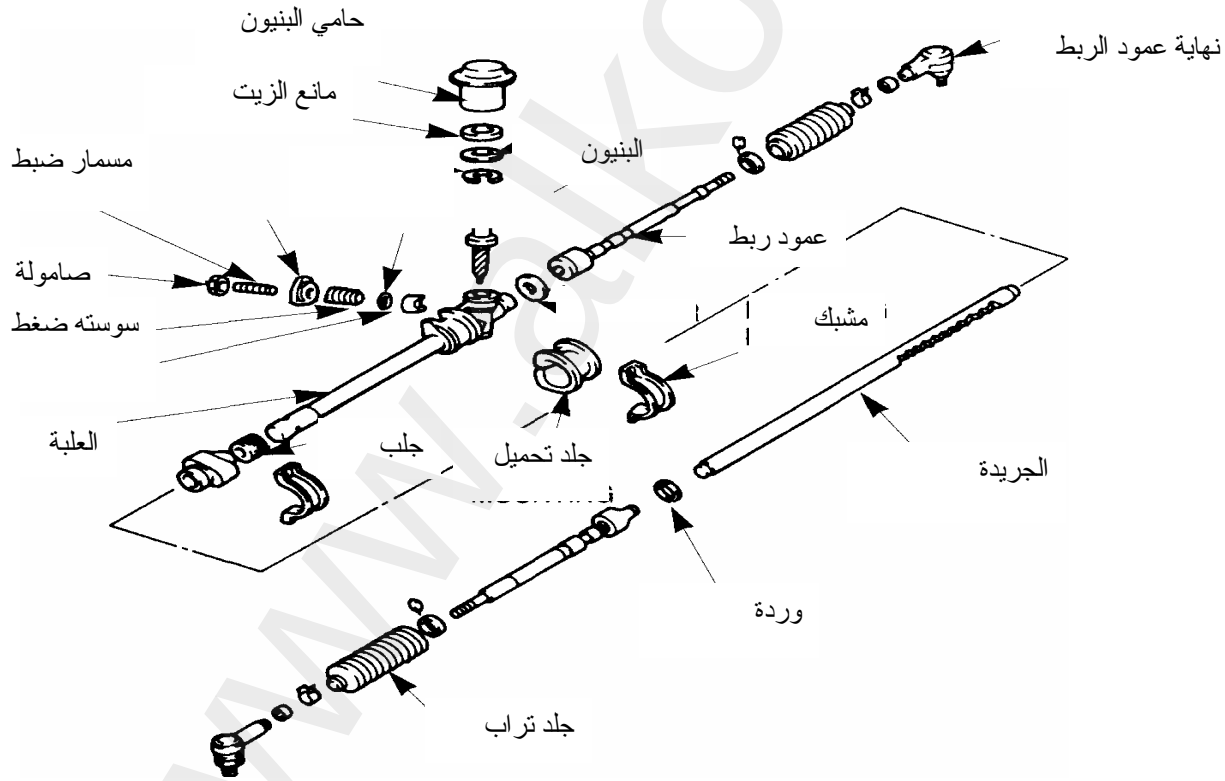
٢. صندوق التروس ذو الجريدة المسننة والترس يتكون من جريدة مسننة تقع بين عجلات التوجيه تعشق مع ترس البنيون الذي يتصل بعمود التوجيه وعجلة القيادة. شكل – ٣٥ يوضح صندوق التروس ذا الجريدة المسننة والترس كما يوضح تعشيق ترس البنيون مع الجريدة المسننة.

www.alkottob.com



شكل – ٣٥ الجريدة المسننة وترس البنيون في صندوق التوجيه ذو الجريدة المسننة والترس

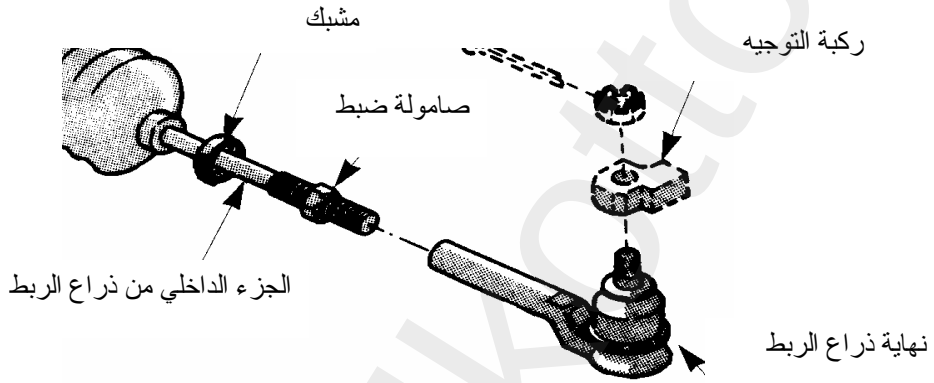
توجد جلبة عند إحدى نهايتي العلبة تعمل كدليل لحركة الجريدة ويوجد في النهاية الأخرى ياي يعمل على تعشيق الجريدة مع البنيون باستمراركما في شكل – ٣٦



شكل – ٣٦ صندوق التروس ذو الجريدة المسننة والترس

www.alkottob.com

يوجد على النهاية الجريدة وترس البنيون مانع للزيت ليحافظ على زيت علبة التروس من التسريب. كما يوجد جلد تراب على نهاية العلبة لمنع التراب من أن يتكون على الجريدة ومنها ينتقل إلى داخل العلبة ، يستخدم مشابك لتثبيت الجلد. يوجد ذراع الربط في نهاية الجريدة المسننة من الاتجاهين تنتهي بوصلة كروية تثبت في العجل كما في شكل – ٣٧. نهاية ذراع الربط الكروية تتصل بركبة التوجيه وتنقل حركة عجلة القيادة إلى البنيون ومنها إلى الجريدة المسننة ثم ذراع الربط ثم ركبة التوجيه إلى العجل. يوجد زيت داخل علبة صندوق التروس ويمكن تغيره من خلال فتحة أسفل العلبة بفك مسمار طبة. تصنع علبة التروس من الألمونيوم وتثبت في جسم السيارة ويوضع بينها وبين جسم السيارة مطاط لتقليل نقل الاهتزازات والقوة من الطريق إلى جهاز التوجيه ، ويستخدم أيضا مخمد الاهتزازات مع وصلات التوجيه.



شكل – ٣٧ صندوق التروس ذو الجريدة المسننة مع ذراع الربط

www.alkottob.com

الفصل الثالث : مضخة التوجيه المساعد Power Steering Pump

في هذا الفصل سوف تتعرف على الآتي:

- أساسيات التوجيه المساعد.
- متطلبات مساعد التوجيه.
- أنواع مساعد التوجيه.
- مضخة مساعد التوجيه.
- صمام تنظيم السريان والتحكم.

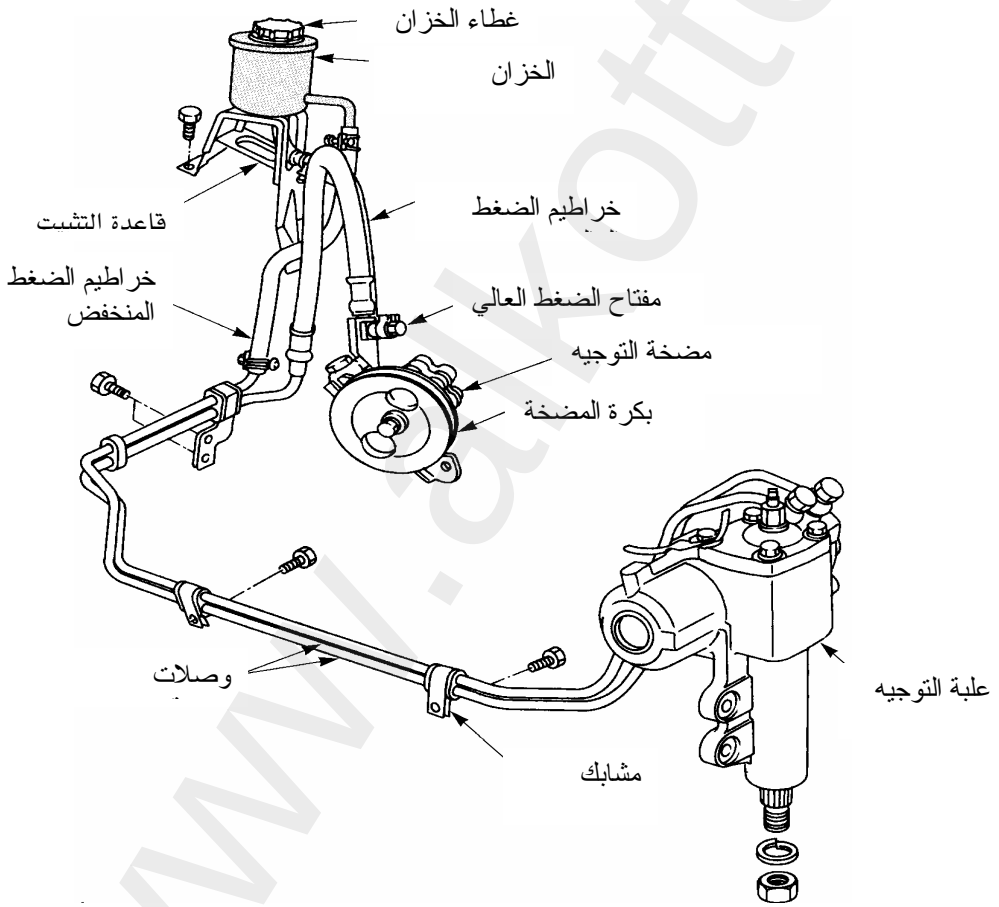
- التوجيه المساعد يستخدم لتحسين القيادة (سهولة القيادة) ، معظم السيارات الحديثة لها إطارات عريضة ذات ضغط منخفض والتي تزيد من مساحة التلامس بين الإطارات وسطح الطريق ، ونتيجة لذلك فإن الجهد المطلوب للتوجيه يصبح كبير جدا. يمكن تقليل جهد التوجيه بواسطة زيادة نسبة (التوجيه) التروس لترس التوجيه كما ذكر سابقا. ولكن هذا يتسبب في حركة دائرية كبيرة لعجلة القيادة عندما تلف المركبة مما يجعل الالتفاف الحاد صعباً بل مستحيلاً. إذن للمحافظة على زوايا التوجيه وفي نفس الوقت يكون جهد التوجيه قليلاً فإن شيئاً من معدات مساعدة التوجيه يصبح ضروريا. التوجيه المساعد ، والذي يركب عادة في السيارات الكبيرة الآن أصبح يستعمل أيضا في السيارات الصغيرة. هناك عدة أنواع من أنظمة علب تروس التوجيه المساعد منها نوع الرمان الدائر والترس ويستعمل في السيارات الكبيرة كما في شكل - ٣٨ ، ونوع الجريدة المسننة والبنيون والذي يستعمل في السيارات الركاب الصغيرة كما في شكل -٣٩.

أساسيات التوجيه المساعد

التوجيه المساعد له نوعان من الآليات لمساعدة جهد التوجيه ، أحد الأنواع جهاز هيدروليكي يستعمل طاقة المحرك ، والنوع الآخر يستعمل موتوراً كهربياً مستقلاً في غرفة المحرك الأمامية ويستعمل الموتور الكهربي في إدارة المضخة. ويشترك النوعان في أنهما ينتجان سائل بضغط ومعدل تدفق يعبران عن القدرة اللازمة لإدارة المضخة ، وهذا الضغط يسلط على مكبس داخل اسطوانة الطاقة (القدرة) لكي يساعد المكبس على حركة الجريدة المسننة في نوع علبة التروس ذي الجريدة والبنيون ويسلط على صامولة البلي في نوع علبة التروس ذي الرمان الدائر والترس ، ومقدار هذه المساعدة تعتمد على فرق

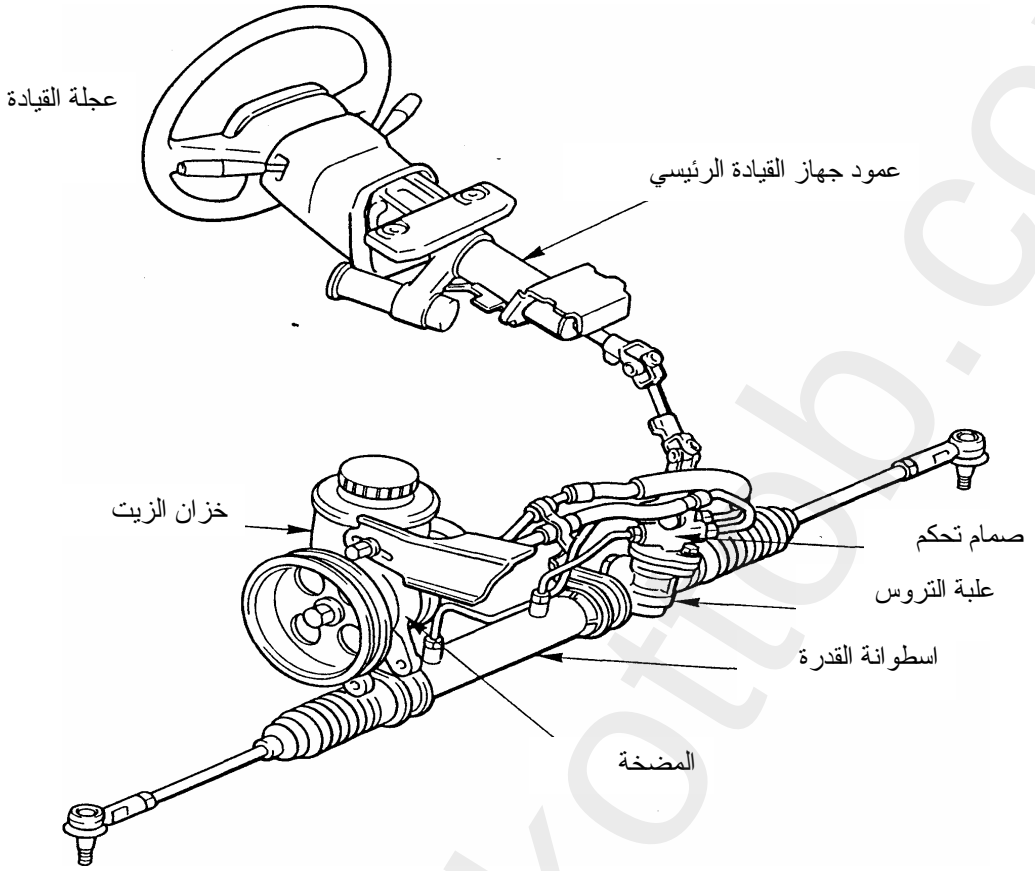
www.alkottob.com

الضغط على طرفي المكبس ، إذا طلب جهد توجيه أكبر فإن الضغط يجب أن يزيد. التغير في ضغط السائل يتم بواسطة صمام التحكم والذي يوصل مع عمود التوجيه الرئيسي. يوجد حالتان لصمام التحكم في سريان الزيت. الوضع المحايد وفيه يرسل السائل من المضخة إلى صمام التحكم إذا كان صمام التحكم في وضع محايد فإن كل السائل ينساب مارا عبر صمام التحكم على بوابة التنفيس ليرجع للمضخة. في هذا الوقت من الصعب خلق أي ضغط ولآن الضغط متساو على جانبي مكبس الاسطوانة فإن المكبس لن يتحرك لأي اتجاه كما في شكل – ٤٠ . عند الدوران أي عندما يلف عمود التوجيه الرئيسي لأي اتجاه فإن صمام التحكم أيضا يتحرك ليقفل أحد ممرات السائل. لذلك الممر الآخر يفتح أكثر ليحدث تغيير في حجم انسياب السائل ، وفي نفس الوقت يرتفع الضغط. ونتيجة لذلك يتكون فارق ضغط بين جانبي المكبس ويتحرك المكبس تجاه الضغط الأقل مما يجعل السائل في تلك الاسطوانة يجبر للرجوع للمضخة عبر صمام التحكم كما في شكل – ٤١

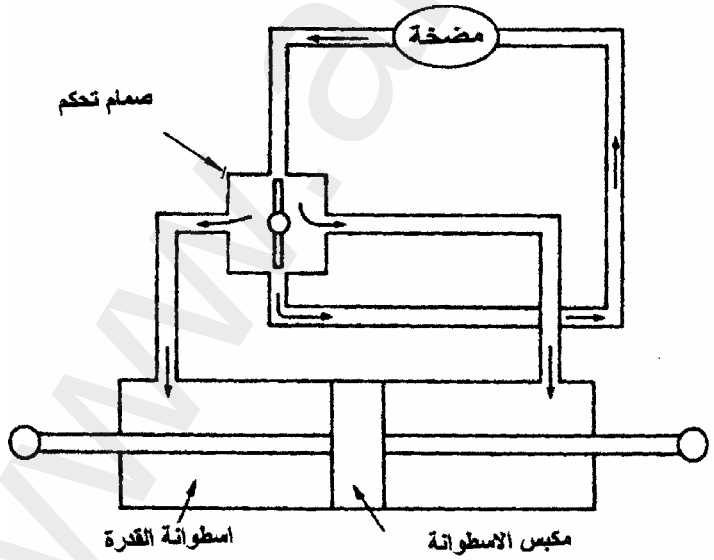


شكل – ٣٨ علبة التروس التوجيه المساعد نوع الرمان الدائر والترس

www.alkottob.com

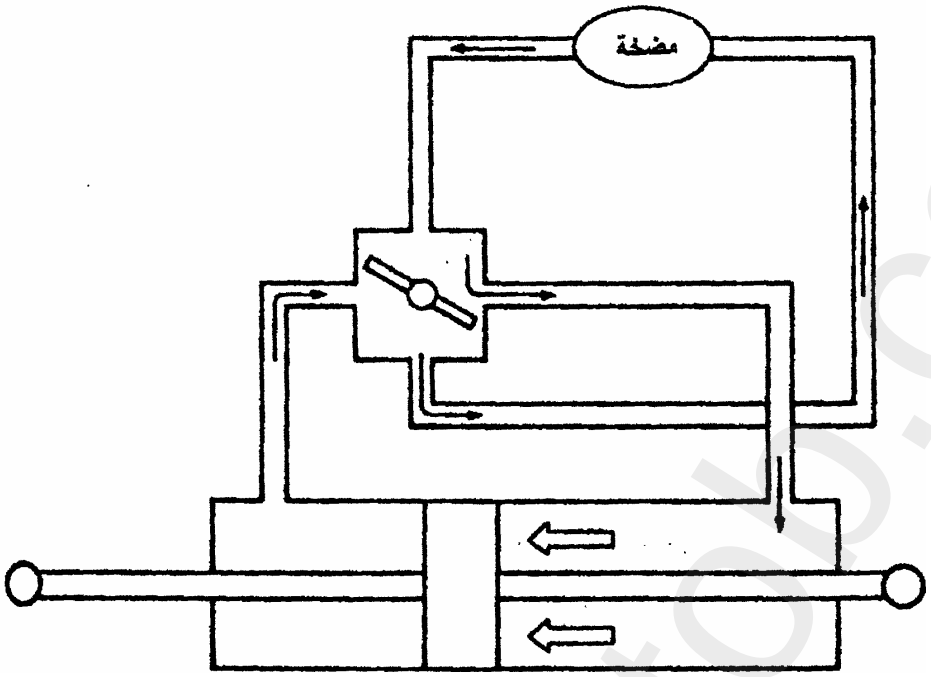


شكل – ٣٩ جهاز التوجيه المساعد ذو الجريدة المسننة والترس



شكل – ٤٠ الدائرة الهيدروليكية في مساعد التوجيه أثناء الوضع المحايد

www.alkottob.com



شكل – ٤١ الدائرة الهيدروليكية في مساعد التوجيه أثناء الوضع التوجيه

متطلبات مساعد التوجيه

- قوة توجيه مناسبة : بما أن التوجيه المساعد هو آلية تستعمل لتقليل جهد التوجيه ، فإن المدى الذي يقل فيه آلية جهد التوجيه يجب أن يتغير مع حالات القيادة. التوجيه يتطلب جهداً كبيراً في حالة توقف المركبة أو تحركها بسرعة بطيئة. وفي سرعات المدى المتوسط جهد التوجيه المطلوب أقل وهذا يقل تدريجيا عند زيادة سرعة المركبة. يتطلب جهد توجيه قليل أثناء القيادة بسرعات عالية عندما يقل التماسك بين الإطارات وسطح الطريق. من ذلك يتضح أنه لابد من توليد قوة توجيه مناسبة تعتمد على سرعة السيارة وسطح الطريق. لتأمين جهد توجيه مناسب في كثير من السيارات لابد من توافر أجهزة خاصة في المضخة أو علبة التروس كما يلي:

١. **النوع ذو حساس سرعة السيارة :** سرعة السيارة تقاس بواسطة حساس السرعة ، وبناء علية يتغير ضغط السائل المسلط على المكبس عند توقف السيارة أو عندما تتحرك بسرعة بطيئة يزيد ضغط السائل لتقليل الجهد المطلوب للتوجيه. في السرعات العالية يقل الضغط ليقلل مقدار المساعدة ليعطي تجاوباً مناسباً لعجلة القيادة

www.alkottob.com

٢. **صمام التوجيه المتغير :** مساعد التوجيه المتغير يستعمل كمبيوتر مساعد التوجيه للتحكم في الجهد المطلوب للف عجلة القيادة حسب سرعة السيارة جاعلا جهد التوجيه المطلوب خفيفاً عندما تكون السرعة بطيئة ويقلل مساعدة التوجيه تدرجيا كلما زادت السرعة وذلك للحصول على افضل إحساس مطلوب للقيادة. يتكون من صمام تحكم يفتح حسب كمية دوران عجلة القيادة ، حساس السرعة ، كمبيوتر مساعد التوجيه ، صمام كهربائي

٣. **النوع ذو حساس سرعة المحرك :** معظم مضخات التوجيه ترسل حجم سائل ثابت إلى علبة التروس بغض النظر عن السرعة التي تدور بها المضخة. لكن بوجود نوع حساس سرعة المحركفإن حجم انسياب السائل يقل بعد سرعة معينة لكي يكون هناك ضغط اقل على المكبس

الاحتياطات ضد أعطال التوجيه المساعد

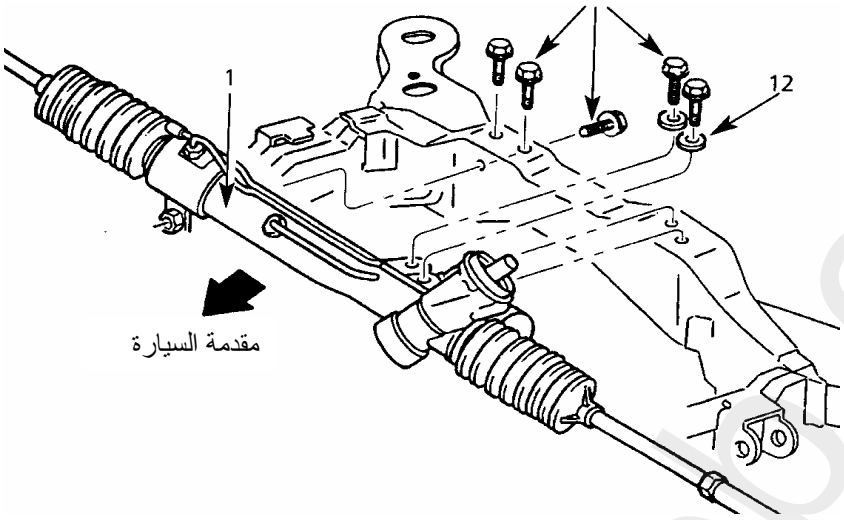
عند توقف تدفق السائل من المضخة إلى علبة التروس ، فإن السائق يستطيع قيادة السيارة بالتوجيه العادي. وفي حالة انقطاع سير الإدارة أو وجود تسرب سائل تسبب في فقدان السائل ، لن يكون هناك توجيه مساعد وجهد التوجيه سيكون أكبر ، ولكن لا يوجد عائق لعملية التوجيه

أنواع مساعد التوجيه

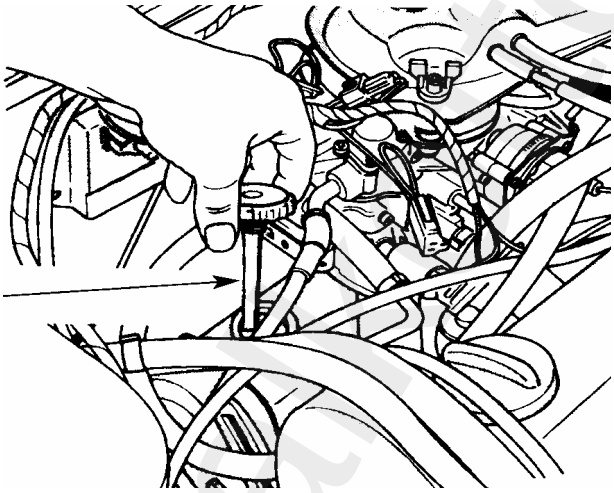
هناك عدة أنواع من مساعد التوجيه ولكن المكونات الثلاث الرئيسية لكل نوع هي الخزان والمضخة وصمام التحكم واسطوانة الطاقة والوصلات. صمام التحكم يمكن وضعه في علبة التروس ويكون صماماً دائرياً يستعمل في علبة التروس ذي الرمان الدائر والترس أو صمام طولي يستعمل مع التوجيه ذي الجريدة المسننة.

نظام الجريدة والبنيون ويستخدم في معظم السيارات ذات الدفع الرباعي ، في هذا النظام مضخة التوجيه تثبت في المحرك بالمشابك وتقاد المضخة بواسطة سير من عمود الكرنك ، علبة التروس توضع أسفل المحرك وتثبت في العوارض العرضية كما في شكل – ٤٢ . في هذا النوع خزان المضخة جزء من مضخة التوجيه ويمكن قياس مستوى الزيت بها كما في شكل – ٤٣ خطوط نقل ضغط الزيت تصنع عادة من الصلب تربط بين المضخة وعلبة التروس كما في شكل – ٤٤. يوجد نوع آخر للخزان كما في شكل – ٤٤

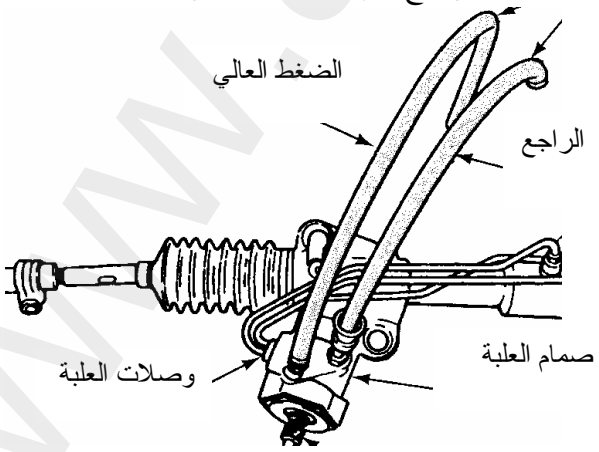
www.alkottob.com



شكل – ٤٢ تثبيت علبة التروس التوجيه المساعد

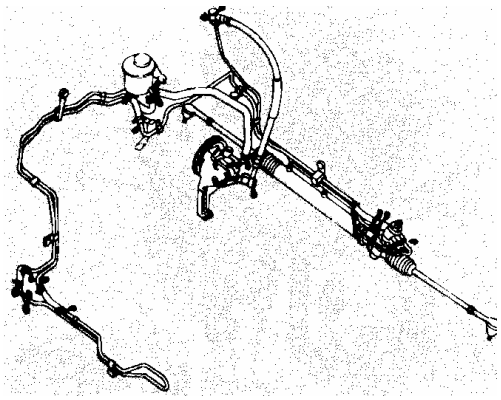


شكل – ٤٣ موضع خزان مضخة التوجيه المساعد



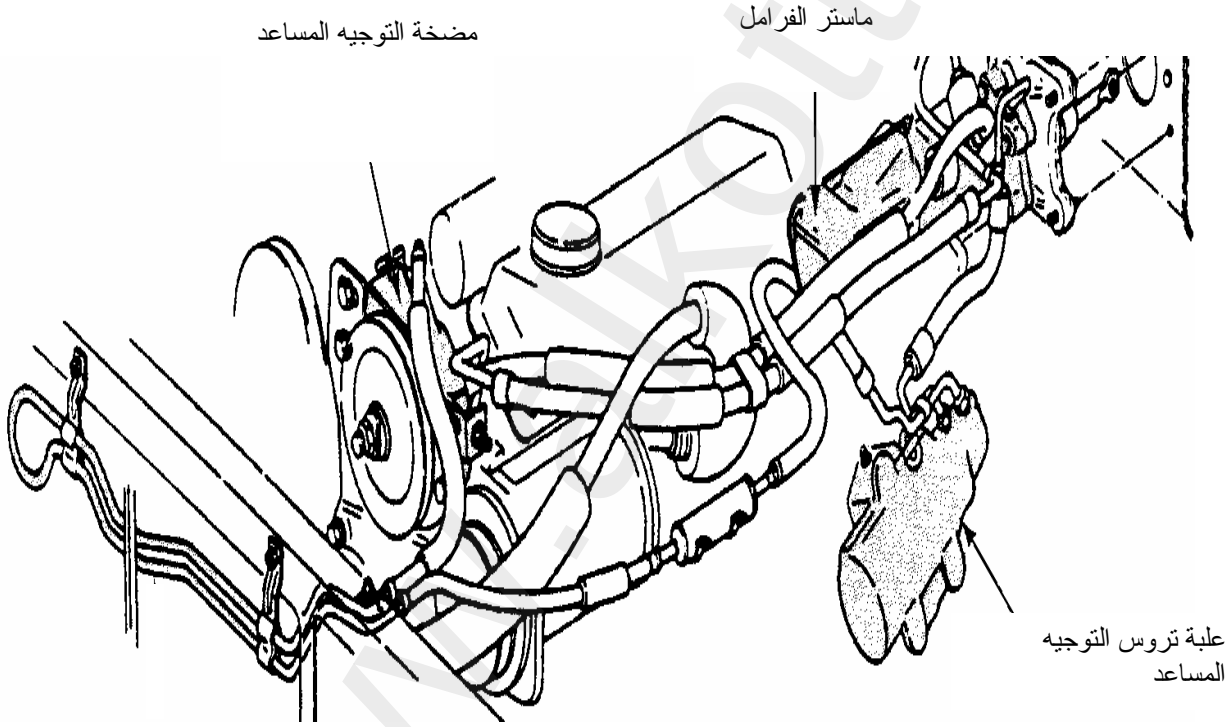
شكل – ٤٤ وصلات المضخة مع علبة تروس التوجيه المساعد

www.alkottob.com



شكل – ٤٥ اتصال الخزان بالمضخة وعلبة التروس

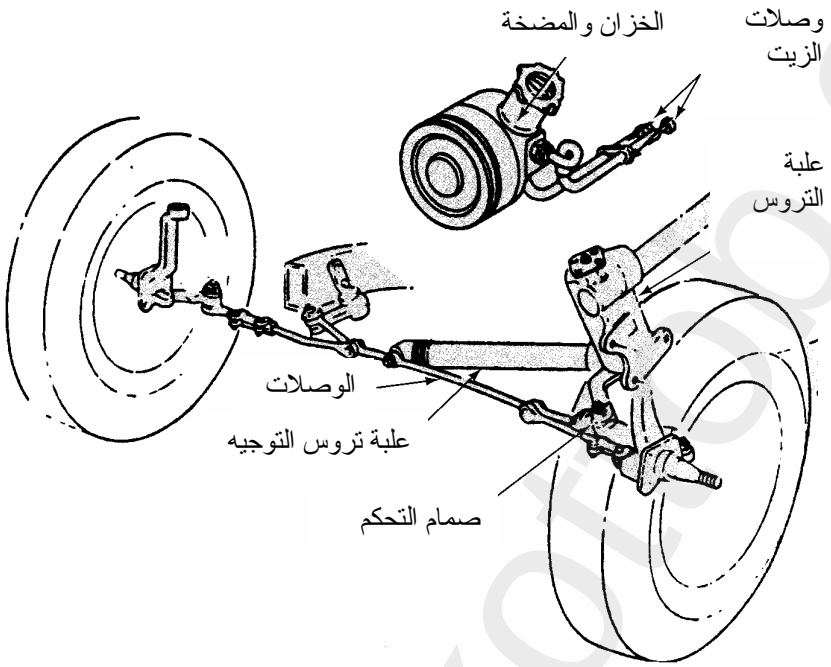
النوع الثاني يستخدم في سيارات النقل الخفيفة التي تعمل بمحرك ديزل كما في شكل – ٤٦ ويعمل هذا النظام مع نظام الفرامل



شكل – ٤٦ نظام التوجيه يعمل مع نظام الفرامل

www.alkottob.com

١. النوع الثالث في هذا النوع المضخة مع صمام التحكم في جانب وعلبة التروس مع أذرع التوجيه كما في شكل – ٤٧



شكل – ٤٧ وصلات علبة تروس التوجيه المساعد نوع الرمان الدائر والترس

مضخة مساعد التوجيه

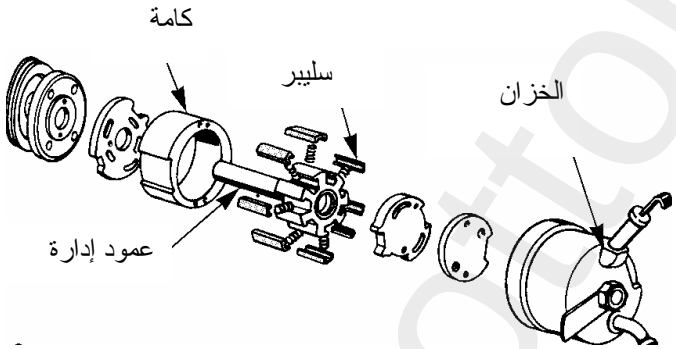
تصميم مضخة التوجيه

مضخة التوجيه هي التي تنتج الضغط العالي الذي يتطلبه التوجيه المساعد ، ويتكون نظام التوجيه من سير المضخة ، المضخة، الخزان ، جسم المضخة ، صمام تنظيم الانسياب ، جهاز رفع السرعة البطيئة.

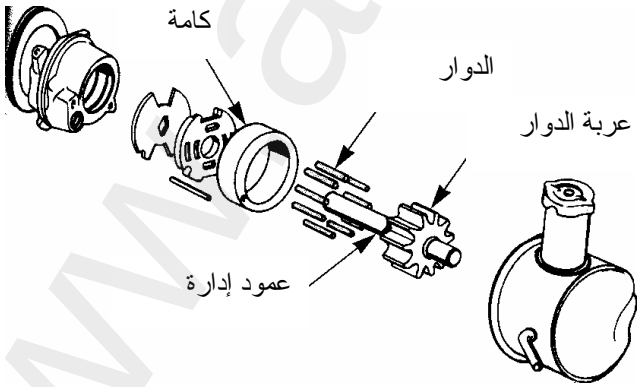
ويوجد ثلاث أنواع من مضخات التوجيه المستخدمة في نظام التوجيه المساعد. النوع الأول للمضخة يسمى مضخة السليبر كما هو واضح في شكل – ٤٨ ، النوع الثاني الدوار كما في شكل – ٤٩ ، النوع الثالث مضخة التروس كما في شكل – ٥٠ ، نظرية عمل المضخة ذات الريش يدور الدوار داخل حلقة بيضاويه مثبتة في جسم المضخة توجد مجاري في الدوار ، وشرائح ريشية داخل المجاري. الجزء الخارجي من محيط الدوار دائري ولكن السطح الداخلي للحلقة بيضاوي الشكل ، لذلك هناك خلوص

www.alkottob.com

بين الدوار والحلقة البيضاويه. الشرائح الريشية تفصل هنا الخلوص لتكون غرف السائل. تحفظ الشرائح الريشية ملامسة للسطح الداخلي للحلقة البيضاوية بواسطة قوة الطرد المركزي وضغط السائل على مؤخرة الشرائح الريشية ، مكونا مانع تسرب ، فعندما تنتج المضخة ضغط السائل ،فإن تسرب الضغط من بين شرائح الريش والحلقة البيضاوية يمنع. سعة غرفة السائل هذه تزداد أو تنقص مع دورات الدوار لتشغيل المضخة. بتعريف آخر سعة غرفة السائل تزداد عند فتحة السحب لكي يتم دخول سائل الخزان في غرفة السائل عن طريق فتحة السحب. حجم غرفة السائل ينقص عند جهة الخروج وعندما تصل الصفرفإن السائل المسحوب سابقا في الغرفة يطرد للخارج عبر فتحة الخروج. وتوجد فتحتان للسحب وفتحتان للخروج لذلكفإن السائل يسحب للداخل ويطرد للخارج مرتين لكل دورة للدوار.

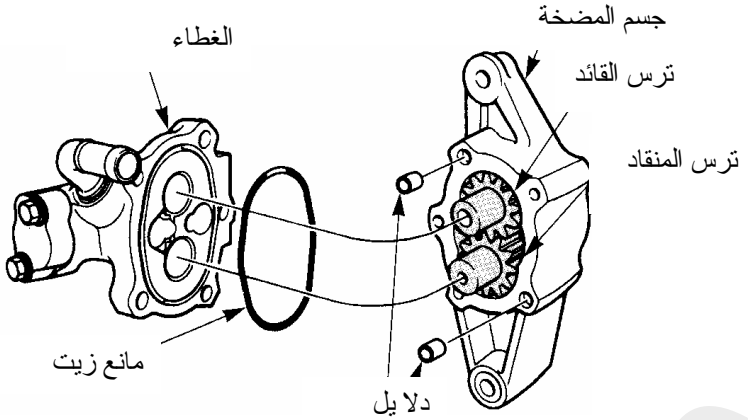


شكل – ٤٨ مضخة نوع السليبر



شكل – ٤٩ مضخة نوع الدوار

www.alkottob.com

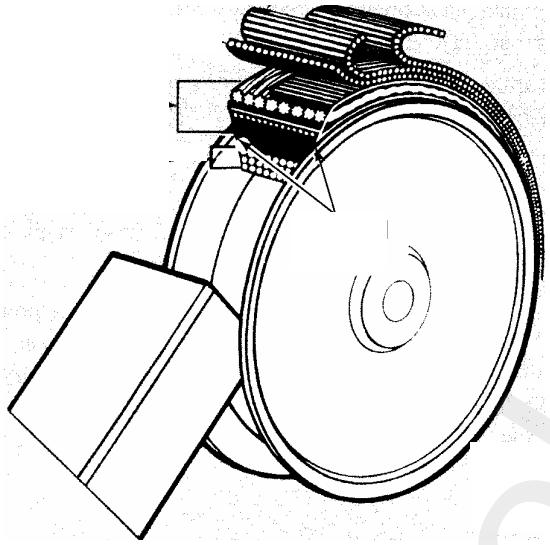


شكل – ٥٠ المضخة التروس

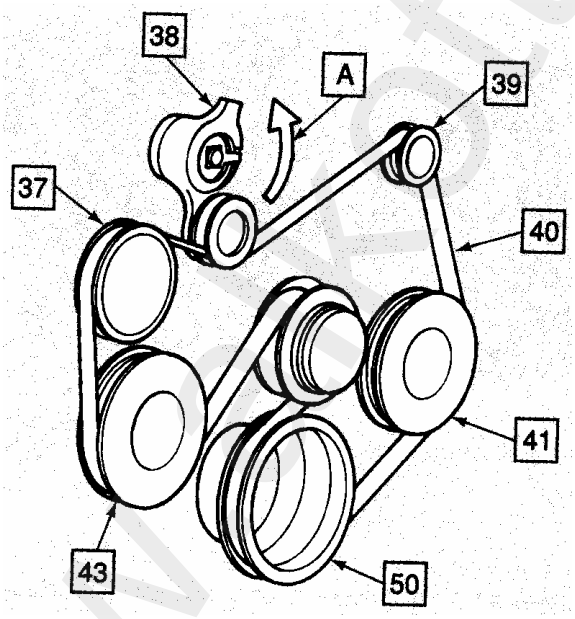
١. **سير مضخة التوجيه** : العديد من مضخات التوجيه تستخدم سيراً عادياً في نقل الحركة من بكرة عمود الكرنك إلى بكرة المضخة ، هذا السير يمكن أن يستعمل في نفس الوقت لإدارة أجزاء أخرى على سبيل المثال مضخة المياه . شكل – ٥١ يوضح شكل السير الذي يعمل على إدارة مضخة التوجيه ومن عيوب هذا السير نسبة الانزلاق بين السير وبكرة المضخة كبير جدا والشد على السير صغير مما يساعد على فقد القدرة المنقولة إلى المضخة وانخفاض الضغط ومعدل التصرف للمضخة عن المطلوب . لذلك تم صناعة سير جديد بمواصفات خاصة للتغلب على الانزلاق تم عمل الجزء الداخلي للسير مراود من الداخل (أسنان متقاربة بارتفاع صغير) ولمعالجة عملية الشد تم تركيب شداد للسير يعمل أتوماتيكياً لشد السير على حسب القوة المطلوبة منه كما هو واضح في شكل -٥٢

٢. **الخزان** : يمول سائل مساعد التوجيه وهو يركب إما مباشرة في جسم المضخة أو منفصلاً. إذا لم يركب في جسم المضخة فإنه يوصل بها بواسطة خرطومين. غطاء الخزان له مقياس مستوى لفحص مستوى السائل. إذا هبط مستوى السائل في الخزان عن المستوى المطلوبفإن المضخة سوف تسحب هواء مما يؤدي إلى خلل في التشغيل.

www.alkottob.com



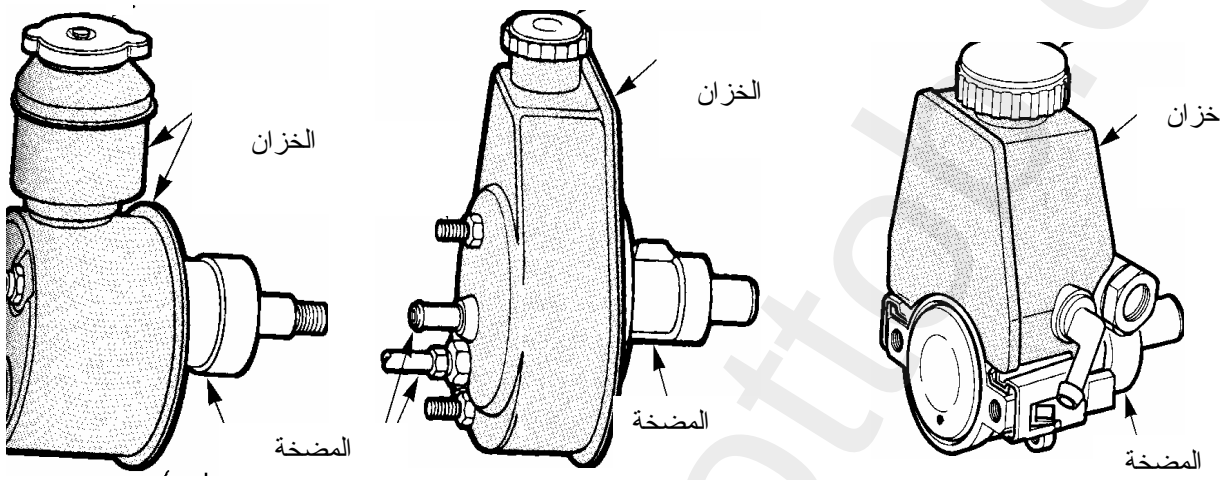
شكل – ٥١ يوضح سير بكرة المضخة



شكل – ٥٢ سير المراود والشداد

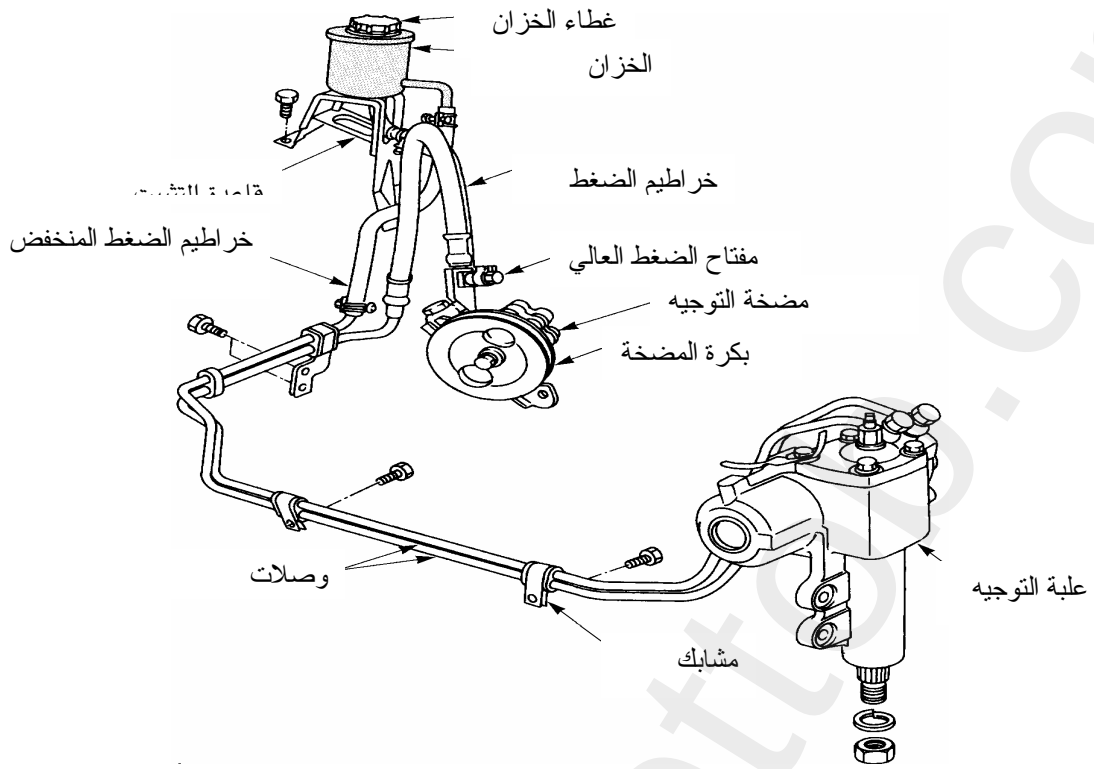
www.alkottob.com

٣. خزان المضخة لابد أن يكون ممتلئاً بالزيت دائما ، أي هواء يدخل إلى الخزان يعمل على إعاقة حركة المضخة ويجب استخراج هذا الهواء أو تغيير الزيت إذا استحلب . .شكل –٥٣ يوضح أشكالاً مختلفة لاتصال الخزان بالمضخة ، يتصل الخزان بالمضخة ويوضع بينهما حلقة دائرية لمنع تسريب الزيت ودخول الهواء إلى الخزان والمضخة. بعض الخزانات غير متصلة بالمضخة كما في شكل - ٥٤ وتتصل بالمضخة عن طريق خراطيم توصيل



شكل – ٥٣ أشكال مختلفة من خزانات المضخة

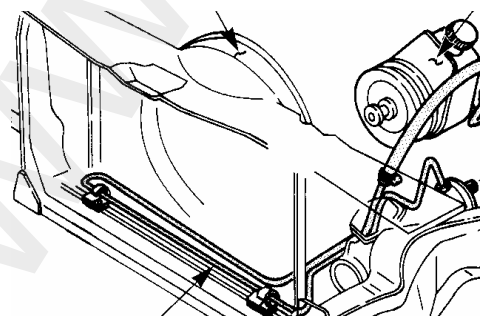
www.alkottob.com



شكل – ٥٤ اتصال المضخة بعلبة التروس بالخراطيم والوصلات

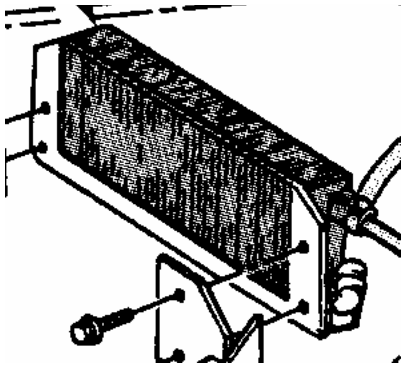
٤. **جسم المضخة** : المضخة تدور بواسطة بكرة عمود المرفق وسير الإدارة أو موتور كهربي ، وترسل سائل تحت ضغط عالي إلى علبة التروس. حجم السائل الذي ترفعه يتناسب مع سرعة المحرك ولكن كمية السائل المرسل لعلبة التروس ينظم بواسطة صمام تنظيم .

٥. **مبرد مضخة التوجيه** : تعمل المضخة على رفع ضغط الزيت ومعدل التدفق نتيجة لذلك ترتفع درجة حرارة الزيت للحفاظ على مواصفات الزيت لابد من عمل تبريد للزيت ، يمكن تبريد خراطيم نقل الزيت كما في شكل – ٥٥ أو استخدام مبرد زيت منفصل كما في شكل - ٥٦



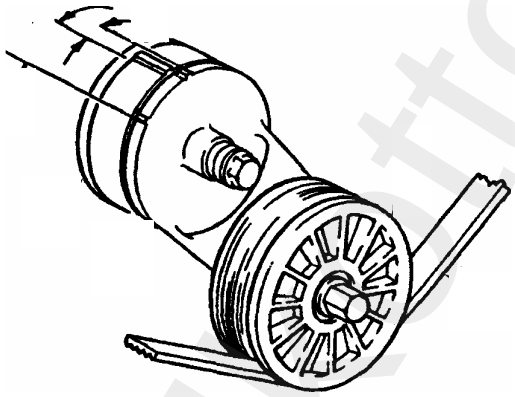
شكل – ٥٥ تبريد وصلات الزيت

www.alkottob.com



شكل – ٥٦ مبرد الزيت

٦. شكل – ٥٧ يوضح كيفية نقل الحركة من عمود المرفق إلى بكرة المضخة

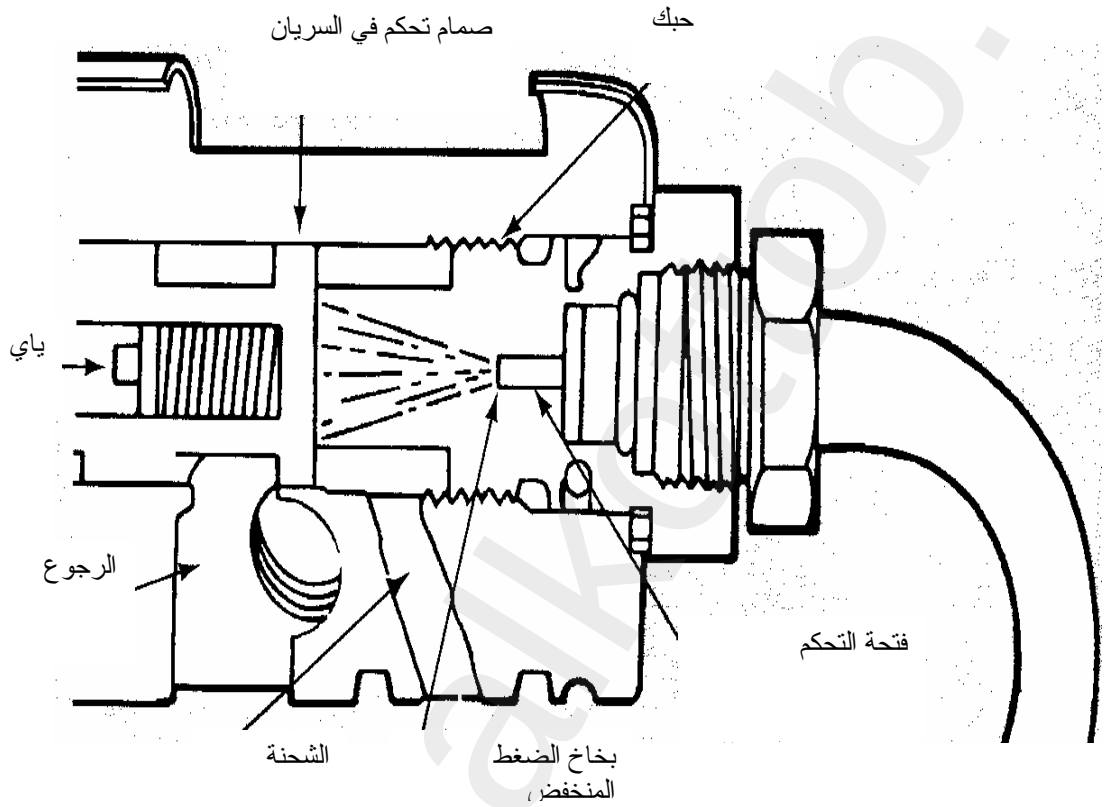


شكل – ٥٧ كيفية نقل الحركة من المحرك إلى مضخة مساعد التوجيه

٧. صمام تنظيم الانسياب ينظم تدفق السائل من المضخة إلى علبة التروس ليحافظ على سريان ثابت بغض النظر عن سرعة المحرك. ولكن معظم مضخات مساعد التوجيه الحديثة تستعمل صماماً طولياً مع صمام تنظيم الانسياب لكي يقلل حجم السائل عند بلوغ حساس سرعة المحرك والذي نحصل منه على قوة توجيه مناسبة حتى في القيادة بسرعات عالية. هذا النوع من المضخات له صمام تصريف مبني داخل صمام تنظيم السريان من أجل التحكم في الضغط الأقصى للسائل. ضغط السائل الأقصى يحدث عندما تلف عجلة القيادة كاملا لليمين أو اليسار لأن صمام التحكم يقفل تماما منفذ الرجوع. ولمنع حدوث ضغط زائد في هذا الوقتفإن صمام التنفيس يفتح عند الضرورة لتصريف الضغط ويرجعه للخزان.

www.alkottob.com

٨. جهاز رفع السرعة البطيئة كما في شكل - ٥٨ : المضخة تنتج ضغط السائل الأقصى عندما تلف عجلة القيادة كاملا لليمين أو لليسار . في هذا الوقت يكون هناك الحمل الأقصى على المضخة ، مما يتسبب في تقليل السرعة البطيئة للمحرك. لحل هذه المشكلةفإن معظم المركبات مزودة بجهاز لرفع السرعة البطيئة والذي يعمل على رفع السرعة للمحرك كلما كان هناك حمل ثقيل على المضخة. جهاز رفع السرعة البطيئة يقوم برفع السرعة البطيئة للمحرك عندما يسلط ضغط سائل المضخة على صمام التحكم في الهواء (مركب في جسم المضخة) الذي يتحكم في مرور الهواء.

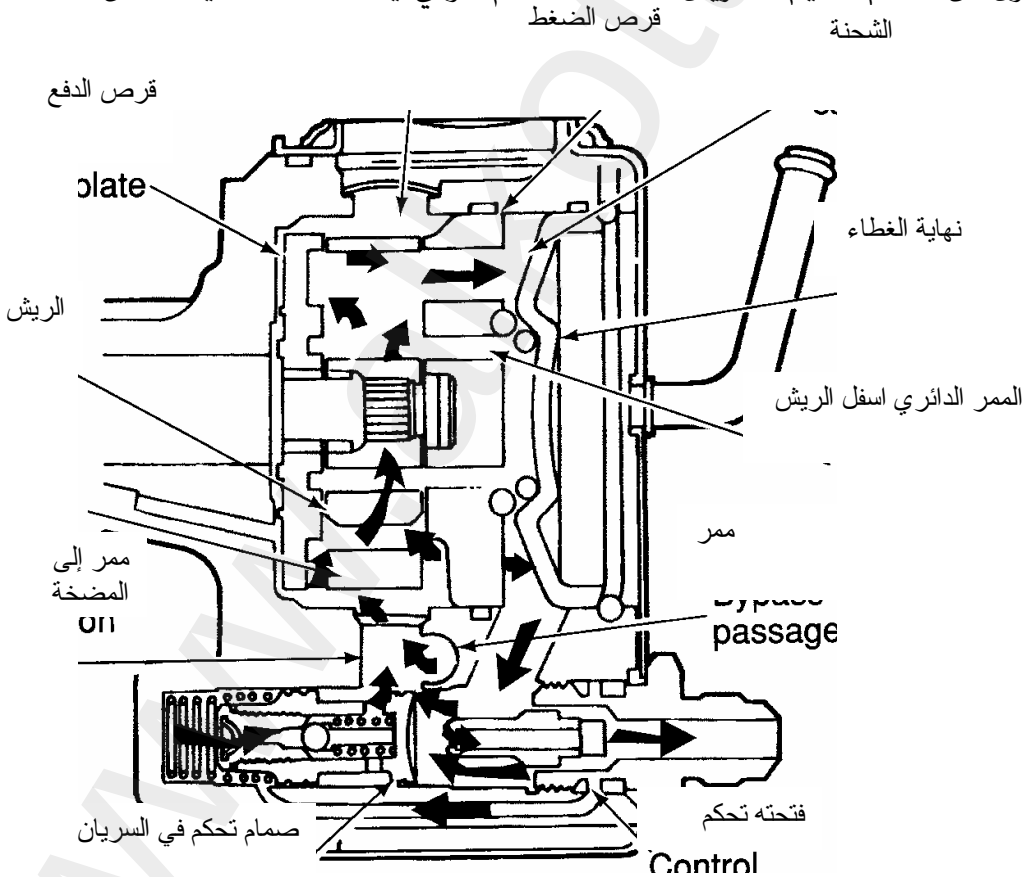


شكل – ٥٨ جهاز رفع السرعة البطيئة

www.alkottob.com

صمام تنظيم السريان والتحكم

حجم التصريف في المضخة ذات الريش يزداد تناسبيا مع ارتفاع سرعة المحرك. مقدار مساعدة التوجيه التي يعطيها مكبس الطاقة علبة التروس يحدد بكمية السائل من المضخة ، فإن حجم التدفق يصبح اكبر ، معطيا مساعدة اكبر ، ونتيجة لذلك يقل الجهد المطلوب للتوجيه. بكلمات أخرى ، يتغير جهد التوجيه بالنسبة للتغير في سرعة والذي يعتبر عيباً من ناحية ثبات واتزان التوجيه. لذلك من المهم الحصول على كمية تدفق سائل ثابت من المضخة بغض النظر عن السرعة وهذه هي مهمة صمام تنظيم السريان. عادة ، عندما تتحرك السيارة بسرعة عالية ، هناك مقاومة إطارات ضعيفة ، وبالتالي جهد التوجيه المطلوب أقل . لذلك في بعض أنظمة مساعد التوجيه ، تقل مساعدة التوجيه أثناء السرعات العالية لكي تحصل على جهد توجيه مناسب. باختصار ، كمية التدفق من المضخة إلى علبة الترس تقل أثناء القيادة بسرعة عالية وأيضا تقل مساعدة التوجيه. كمية تصريف المضخة تزداد مع ارتفاع سرعة المضخة ، ولكن كمية تدفق السائل إلى علبة التروس تقل. هذا ما يسمى مساعد توجيه ذا حساس سرعة ويتكون من صمام تنظيم السريان وصمام تحكم طولي في داخله كما في شكل – ٥٩



شكل – ٥٩ يوضح صمام تنظيم السريان والتحكم أثناء ظروف تشغيل مختلفة

www.alkottob.com

الفصل الرابع : علبة تروس التوجيه المساعد Power Steering Gear

في هذا الفصل سوف تتعرف على الآتي:

- علبة تروس التوجيه المساعد ذي الرمان الدائر والترس
- علبة تروس التوجيه المساعد ذي الجريدة المسننة والبنيون
- صمامات التحكم في علبة التروس

علبة تروس التوجيه المساعد ذو الرمان الدائر والترس

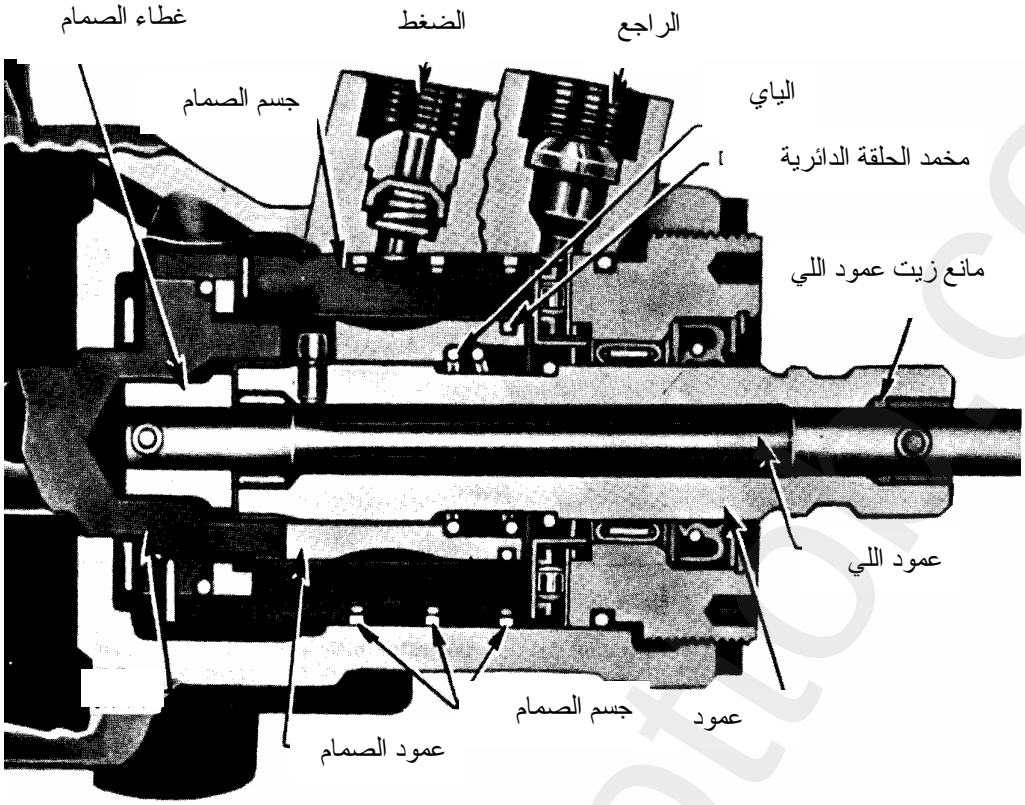
الوظيفة الأساسية لعلبة تروس مساعد التوجيه تحويل حركة عجلة القيادة إلى حركة العجل ، تطبيق القوة الخارجية من مضخة التوجيه لمساعد السائق على عملية التوجيه وتقليل جهد التوجيه. علبة تروس التوجيه المساعد مع المضخة تمثل جهاز التوجيه المساعد الإضافي على التوجيه العادي.

نظرية عمل علبة تروس التوجيه المساعد ذي الرمان الدائر والترس

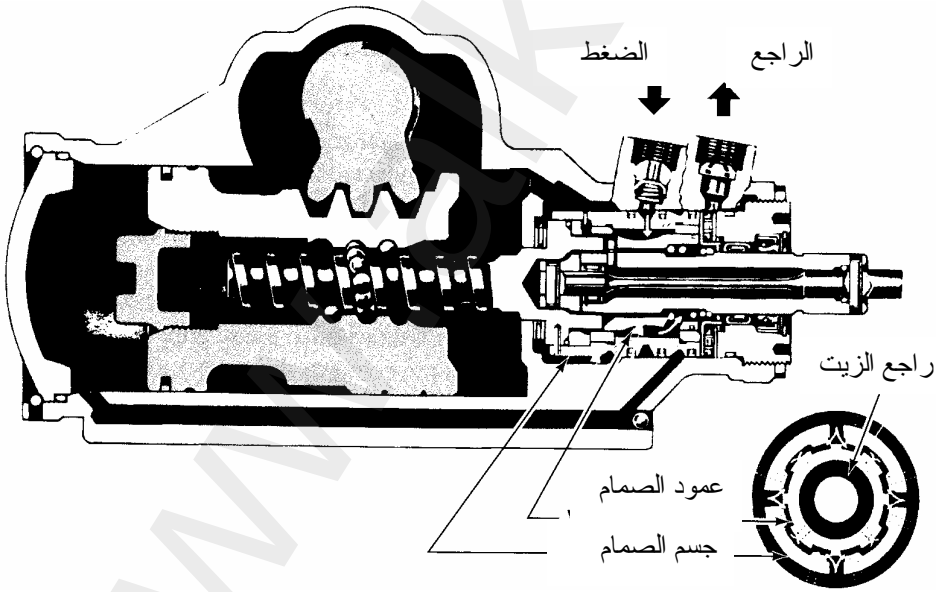
في علبة تروس التوجيه ذي الرمان الدائر والترس تنتقل حركة القيادة إلى عمود القيادة ثم إلى عمود الترس الدودي ، يثبت نهايتا عمود الترس الدودي على بلي في نهاية علبة التروس ، يوضع مانع للزيت يمنع تسريب الزيت من العلبة ، مسمار ضبط الحمل يمكن منه ضبط الحمل على عمود الترس الدودي لمنع زيادة خلوص عجلة القيادة وتوهان السيارة. صامولة البلي تركب فوق الترس الدودي الأسنان الداخلية بين الصامولة والترس الدودي تحتوي على البلي الدائر ويوجد له دائرة خارجية يتحرك فيها البلي. عند دوران الترس الدودي نتيجة دوران عجلة القيادة وعمود القيادة صامولة البلي تتحرك إلى أعلى وأسفل على الترس الدودي ، يتحرك تبعا لذلك البلي في المسار الخارجي له يتحرك الترس المقطعي المعشق مع صامولة البلي فيتحرك عمود بتمان فينقل الحركة إلى الوصلات ومنها إلى العجل. عمود بتمان يثبت على جلب ويركب عليه مانع للزيت ومسمار ضبط الحمل على الترس المقطعي. في علبة التوجيه المساعد عمود لي يتصل بين عمود التوجيه وعمود الترس الدودي ويتصل العمود بالصمام الدوار ، النهاية العلوية لعمود اللي تتصل بعمود التوجيه وعجلة القيادة كما في شكل – ٦٠.

عندما يضع السائق الإطارات في خط مستقيم فإن خط نقل القدرة من المضخة يمر خلال عمود الصمام والصمام الدوار وضغط زيت ينخفض يرجع إلى المضخة كما في شكل – ٦١. في هذه الحالة والإطارات في خط مستقيم يكون ضغط الزيت على متساوياً على جانبي صامولة البلي ويمنع هذا الضغط وصول الضربات المرتدة من الطريق إلى عجلة القيادة .

www.alkottob.com



شكل – ٦٠ عمود اللي لعلبة التروس

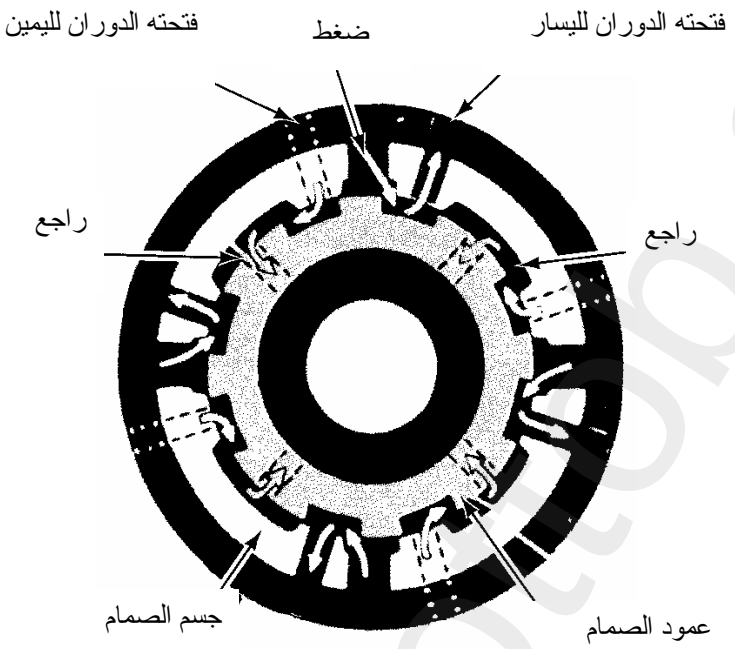


شكل – ٦١ علبة التروس عندما يكون العجل في خط مستقيم

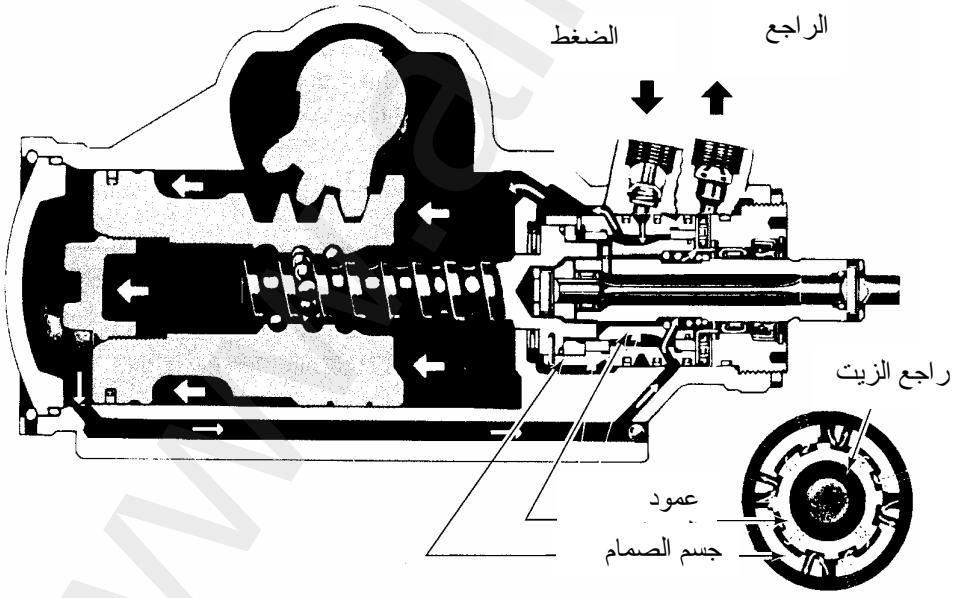
عند اتجاه السائق إلى اليسار يتحرك عمود اللي يتحرك تبعا لذلك عمود الصمام داخل الصمام الدوار يتجه الزيت إلى الجانب الأيسر خلال الصمام الدوار إلى الفتحات اليسرى كما في شكل – ٦٢ ،

www.alkottob.com

يتجه ضغط الزيت من الفتحات اليسرى إلى صامولة البلي كما في شكل – ٦٣ ليعمل على تحريك العجل إلى اليسار.



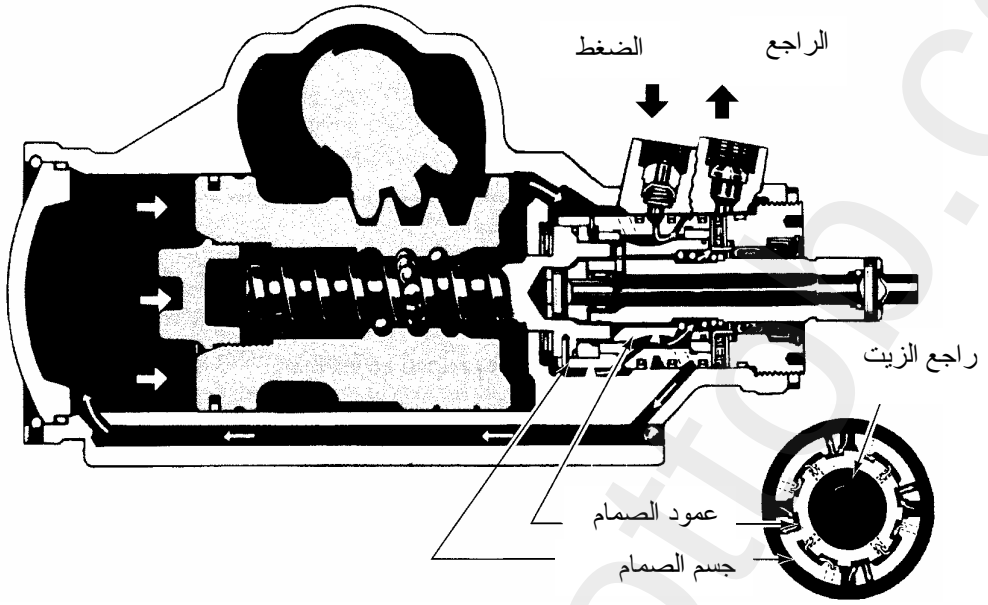
شكل – ٦٢ وضع الصمام أثناء الدوران يساراً



شكل – ٦٣ علبة التروس عندما يكون العجل يدور ناحية اليسار

www.alkottob.com

عند اتجاه السائق إلى اليمين يتحرك عمود اللي يتحرك تبعا لذلك عمود الصمام داخل الصمام الدوار يتجه الزيت إلى الجانب الأيمن خلال الصمام الدوار إلى الفتحات اليمني، يتجه ضغط الزيت من الفتحات اليمني إلى صامولة البلي كما في شكل – ٦٤ ليعمل على تحريك العجل إلى اليمين.



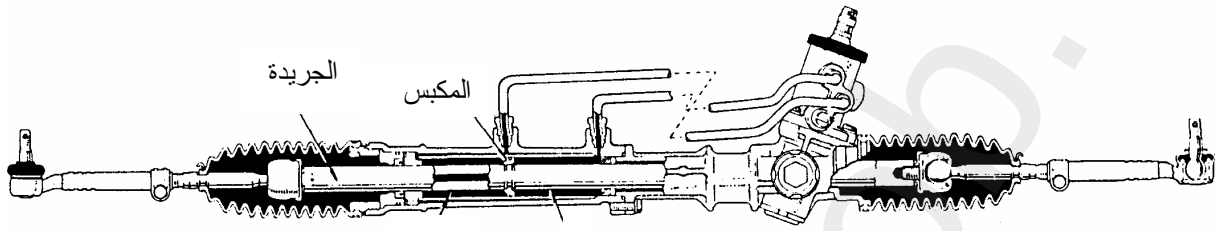
شكل – ٦٤ علبة التروس عندما يكون العجل يدور ناحية اليسار

علبة تروس التوجيه المساعد ذي الجريدة المسننة والبنيون

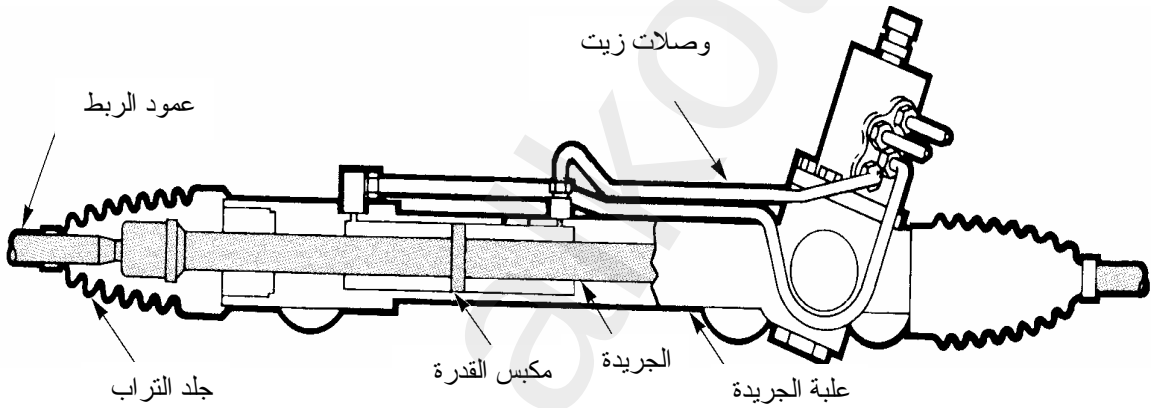
في علبة التروس التوجيه المساعد نوع الجريدة المسننة والبنيون ، مكبس الاسطوانة موضوع على الجريدة المسننة التي تتحرك نتيجة أنضغاط السائل بواسطة المضخة الريشية والذي يسلط على أحد جانبي المكبس كما في شكل - ٦٥. يمنع تسرب ضغط السائل بواسطة حلقة مانعة للتسرب في المكبس. أيضا هناك مانع تسرب الزيت على جانبي الاسطوانة لمنع التسرب الخارجي للسائل. عمود صمام التحكم موصل بعجلة القيادة عندما تكون عجلة القيادة في وضع محايد (استقامة تامة للأمام) ، فإن صمام التحكم يكون أيضا في وضع المحايد ، لذلك فإن السائل من المضخة الريشية لا يؤثر على أي من الغرف ولكن يسري راجعا للخزان كما هو في شكل - ٦٦. عندما تلف عجلة القيادة إلى أحد الاتجاهات فإن صمام التحكم يغير الممر لكي يسري السائل في إحدى الغرف. السائل في الغرفة الأخرى يجبر على السريان راجعا إلى الخزان عن طريق صمامي التحكم. حاليا ، هناك ثلاثة الأنواع مختلفة لصمام التحكم التي تقوم بهذا التغيير العملي في الممر : صمامات طويلة ، صمامات دائرية ، وصمامات قلابة ،

www.alkottob.com

كل أنواع لها قضيب لي بين عمود صمام التحكم والترس ، ويعمل صمام التحكم حسب كمية اللي المسلطة على قضيب اللي. في حالة وجود سائل أو ضغط السائل ، وان قضيب اللي لف إلى درجة معينة ، فإن حاجز عمود صمام التحكم يلف الترس مباشرة ويحرك الجريدة المسننة كما في شكل – ٦٧ عند الدوران لليسار أو شكل – ٦٨ عند الدوران لليمين . نفس مقدار عزم عجلة القيادة كما في التوجيه العادي سوف ينقل للترس عن طريق عمود صمام التحكم.



شكل - ٦٥ علبة التروس مساعد التوجيه ذو الجريدة المسننة والبنيون



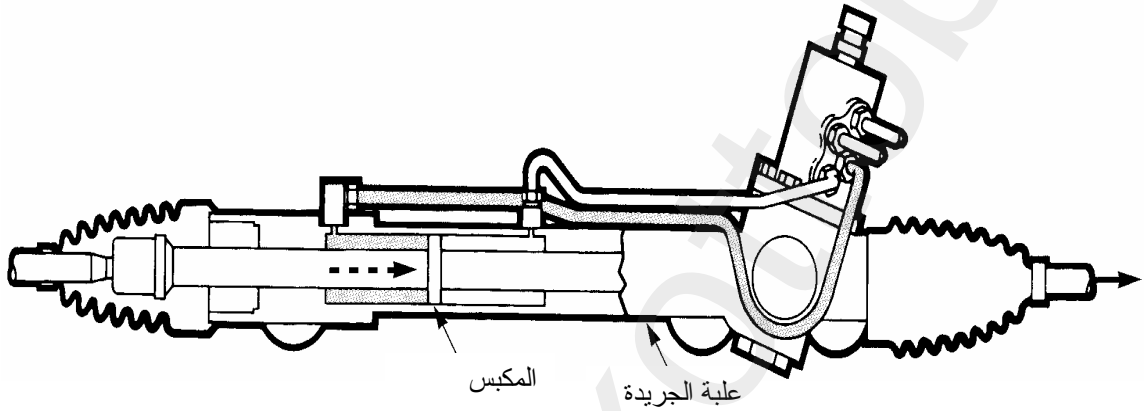
شكل – ٦٦ علبة التروس في الوضع المحايد (الإطارات في خط مستقيم)

www.alkottob.com

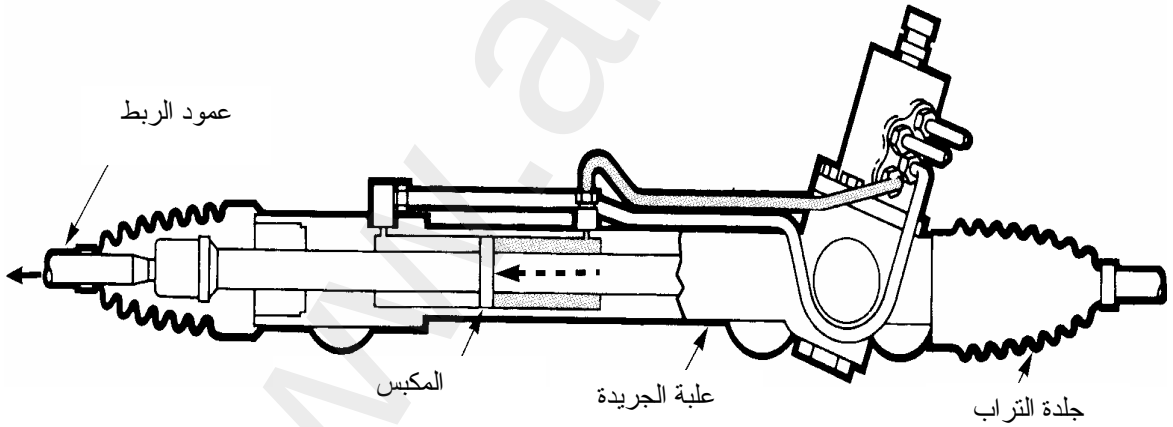
صمام التحكم في علبة التروس

صمام التحكم الدائري

صمام التحكم (الصمام الدائري) في علبة التروس . يحدد إلى أي غرفة يسري السائل من المضخة الريشية. عمود صمام التحكم الذي سلط عليه عزم عجلة القيادة وترس البنيون موصلان بواسطة قضيب اللي. الصمام الدائري وترس البنيون مرتبطان بواسطة خابور ويتحركان سويا. إذا لم يسلط ضغط المضخة الريشية ، فإن قضيب اللي يلف كاملا ، ويتصل عمود صمام التحكم والترس البنيون عند الحاجز لكي يسلط عزم عمود صمام التحكم مباشرة إلى ترس البنيون. شكل – ٦٨ يوضح صمام التحكم الدائري وشكل – ٧٠ وشكل – ٧١ يوضحان قطعان في الصمام الدائري.



شكل – ٦٧ علبة التروس في وضع الدوران لليسار

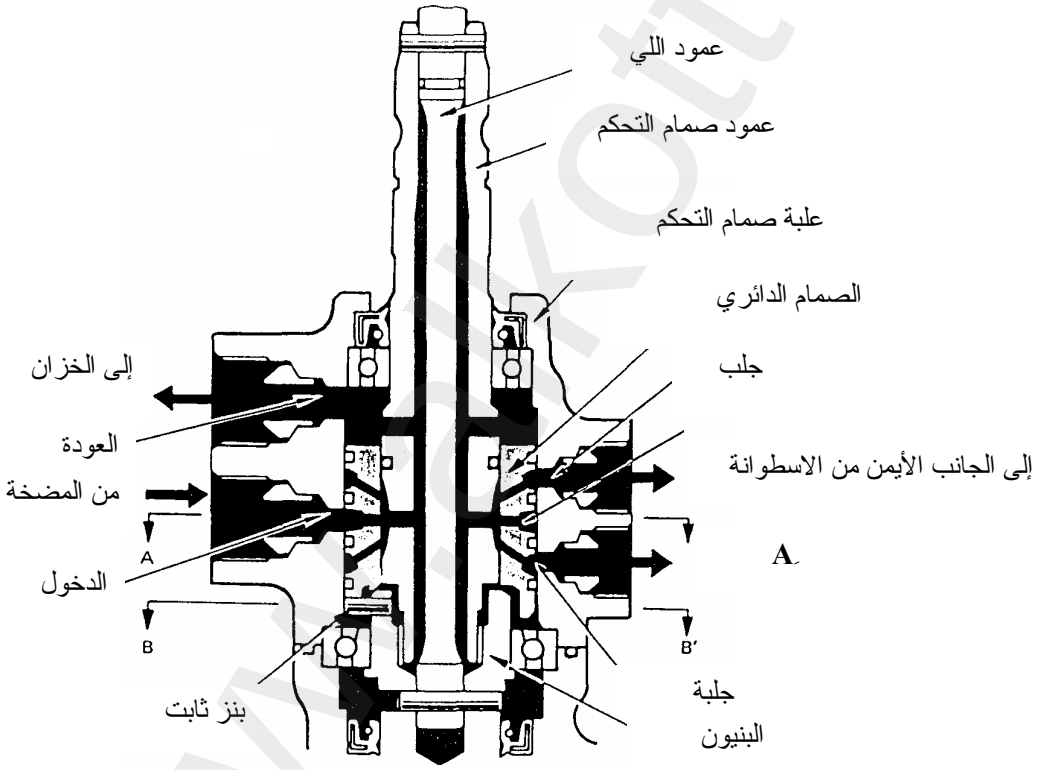


شكل – ٦٨ علبة التروس في وضع الدوران لليمين

www.alkottob.com

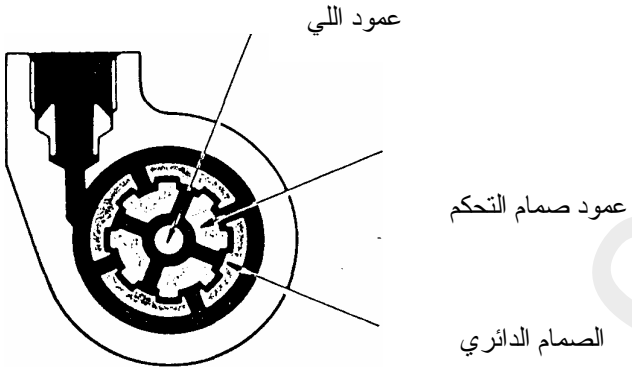
صمام التحكم الطولي

الصمام الطولي والجلبة في علبة الترس يحدد إلى أي غرفة يذهب السائل الآتي من المضخة الريشية. عمود صمام التحكم الذي يسلط عليه عزم عجلة القيادة وترس البنيون موصلة بواسطة قضيب اللي. إذا لم يسلط ضغط المضخة الريشية فإن قضيب اللي يلف كاملا ويتم اتصال عمود صمام التحكم بترس البنيون مباشرة عند الحاجز وبذلك فإن عزم عمود صمام التحكم يسلط مباشرة على ترس البنيون. المجاري الحلزونية تحوي كرتين تم صنعهما في الجزء السفلي لعمود صمام التحكم. وضع صمام طولي داخل الصمام الجلبة ، وهنالك فتحة ومجرى في الجزء السفلي للصمام الطولي. الصمام الطولي موصل بعمود صمام التحكم بواسطة خابورين منزلقين. الصمام الطولي يدور في نفس اتجاه دوران ترس البنيون ولكن يتحرك لأعلى أو اسفل حوالي ١ مم. الصمام الجلبة موضوع بين الصمام الطولي وعلبة التروس ، ومثبت في ترس البنيون بواسطة صفحية انزلاق الصمام الجلبة وحلقة انطباقية. الصمام الجلبة لا يستطيع الحركة لأعلى ولأسفل.

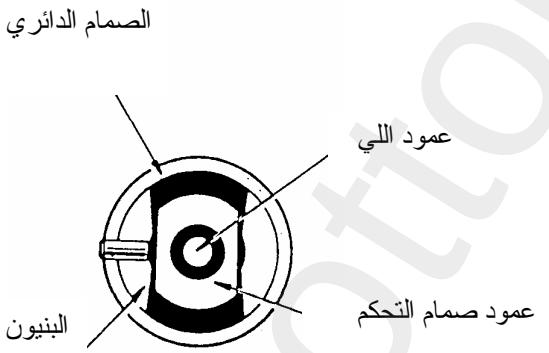


شكل – ٦٩ صمام التحكم الدائري

www.alkottob.com



شكل – ٧٠ قطاع في صمام التحكم الدائري عند A-A

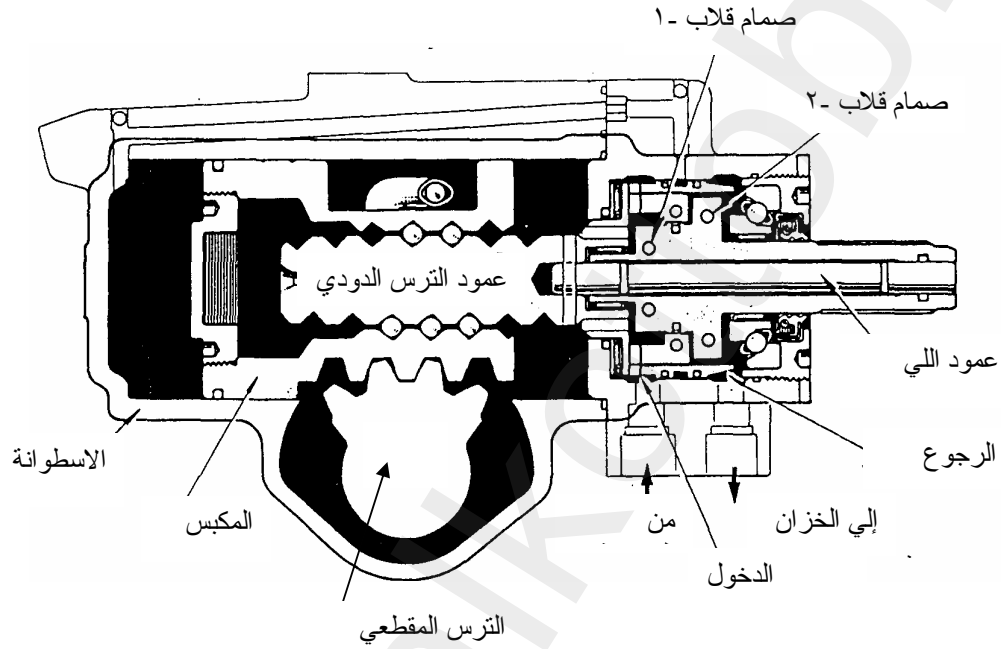


شكل – ٧١ قطاع في صمام التحكم الدائري عند B-B

www.alkottob.com

صمام التحكم القلاب

يعمل الصمام القلاب مع علبة التروس ذات الترس الرمان الدائر. الصمام القلاب مصنوع كقطعة مع عمود اللي ، الصمامات القلابة تعمل كصمام تحكم في الاتجاه وتختار طريق سريان السائل ، الصمامات القلابة الأخري تعمل كصمام للتحكم في الضغط وتعتمد على قوة التوجيه كما هو واضح في شكل – ٧٢

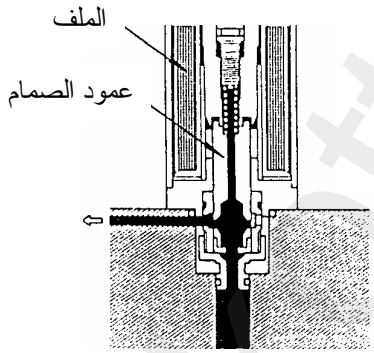


شكل - ٧٢ صمام التحكم القلاب مع علبة التروس ذات لرمان الدائر والترس

www.alkottob.com

صمام التحكم الكهربي

مساعد التوجيه في هذه الحالة يستعمل الحاسب الآلي للتحكم في الجهد المطلوب للتوجيه جاعلا جهد التوجيه خفيفاً عندما تكون سرعة السيارة بطيئة ويقلل مساعدة التوجيه تدريجيا كلما زادت السرعة. وذلك للحصول على أفضل إحساس مطلوب للقيادة. الصمام الكهربي ، مركب في علبة التروس ويستعمل لتغيير حجم ممر الزيت الذي يتخطي اسطوانة القدرة. صمام الصمام الكهربي ينسحب للداخل عندما يشغل نسبة الأداء للإشارات الخارجة تغيير مع تغير السرعة للسيارة المقاسةً بحساس السرعة ويغير الجهد الكهربي والقوة المغناطيسية المولدة في الملف حسب سرعة السيارة. سرعة بطيئة قوة مغناطيسية ضعيفة وحركة الصمام صغيرة ، سرعة عالية قوة مغناطيسية قوية حركة الصمام كبيرة كما هو واضح في شكل – ٧٣.



شكل – ٧٣ صمام التحكم الكهربي

www.alkottob.com

الفصل الخامس : وصلات التوجيه

Steering Linkage

في هذا الفصل سوف تتعرف على الآتي:

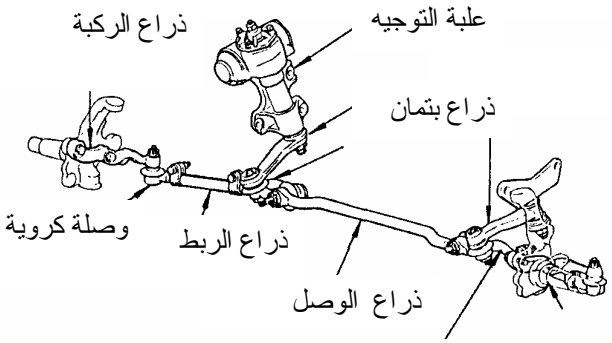
- وصلات التعليق المستقل.
- وصلات تعليق المحور الصلب.
- عمود الربط.
- ركبة التوجيه.
- الذراع الوسيط.
- ذراع بتمان.
- وصلة الجر.

نظام القيادة التقليدي يستعمل مجموعة من الوصلات لنقل الحركة من صندوق القيادة إلى العجل الأمامي للسيارة أثناء التوجيه. جميع وصلات التوجيه تصمم على تحملها إجهادات الثني والتمدد أثناء العمل حتى تحافظ على توصيل الحركة إلى العجل بدون أي فقد. في نظام التعليق غير المستقل تصمم أنواع مختلفة من الوصلات لكن في سيارات اليوم تستعمل أذرع مفصلية. الوصلات تأخذ اسمها من اسم شكل متوازي الأضلاع ومنتصف العجل. وصلات متوازي الأضلاع لها تصميم مختلف مع قضيب ربط طويل وآخر بقضيب ربط صغير. تتكون وصلات متوازي الأضلاع من خمسة أجزاء رئيسية عمودي ربط ووصلة متوسطة وذراع توصيل وذراع المفصل. النهاية الداخلية لعمود الربط مع نفس خط العمود الداخلي لذراع التحكم السفلي. هذا النوع من الوصلات يستخدم في التحكم في زاوية لم المقدمة.

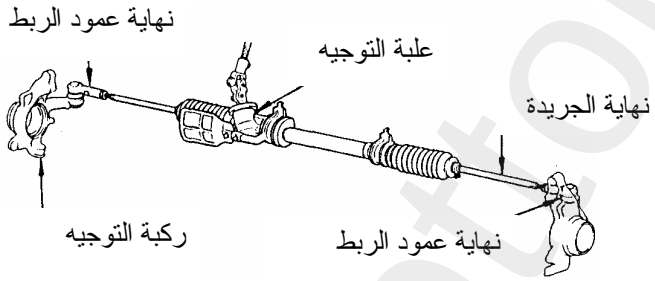
وصلات التعليق المستقل

وصلات التوجيه للتعليق المستقل الأمامي وفيها العجلات اليمنى واليسرى تتحرك إلى أعلى وأسفل دون الاعتماد على بعضها البعض فأن فالمسافة بين أذرع الركبة تتغير هذا يعني استعمال قضيب واحد ليوصل بين العجلات سوف ينتج عن ذلك لم المقدمة أثناء حركة السيارة. لذلك فإن وصلات توجيه التعليق المستقل يستعمل قضيبي ضبط وهذان موصلان بقضيب وصل كما في شكل –74 الجريدة المسننة تؤدي زود قضيب الوصل في حالة نوع الجريدة المسننة والبنيون كما في شكل –75.

www.alkottob.com



شكل – ٧٤ وصلات توجيه التعليق المستقل



شكل – ٧٥ وجود الجريدة المسننة مكان قضيب الوصل

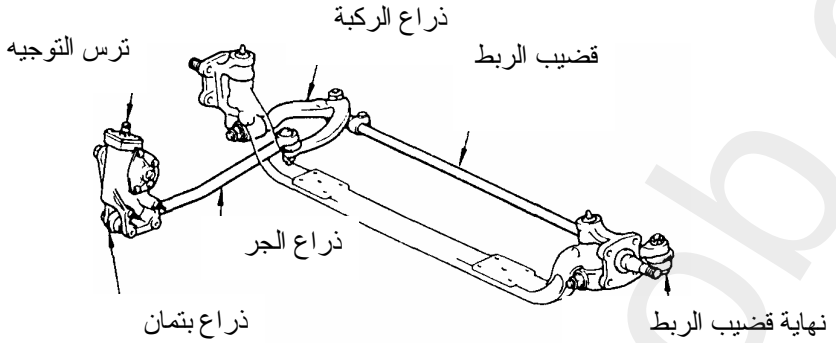
وصلات تعليق المحور الصلب

وصلات التوجيه للتعليق الأمامي ذو المحور الصلب تتكون وصلات التوجيه للتعليق الأمامي ذو المحور الصلب من ذراع بتمان ، وصلة الجر أذرع الركبة قضيب الضبط وجوازات قضيب الضبط في وصلات التوجيه المحور الصلب ، فإن الحركة العمودية لجسم السيارة لا تسبب أي تغيير في المسافة بين العجل الأيمن والعجل الأيسر ، لذلك فإن أذرع الركبة الأيمن والأيسر يمكن ربطها بواسطة قضيب ضبط واحد. بما أن ترس التوجيه في الهيكل فإن وصلة الجر والذي يربطه بذراع الكبة قد زود بوصلة كروية في كل طرف لكي يسمح له بالحركة لأعلى وأسفل سويا مع حركات يايات التعليق كما هو واضح في شكل – ٧٦.

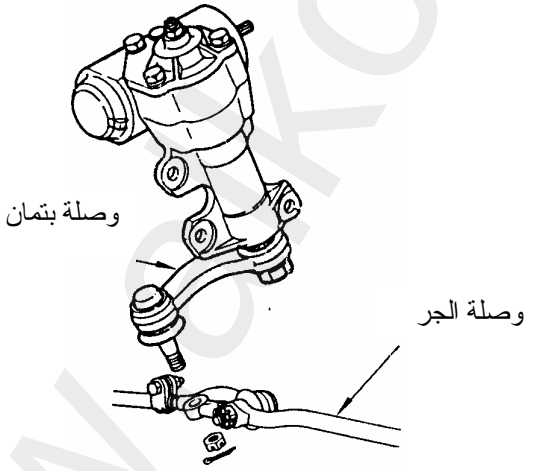
www.alkottob.com

ذراع بتمان

ذراع بتمان ينقل حركة ترس التوجيه إلى قضيب الجر أو وصلة الجر. النهاية الكبيرة لذراع بتمان مسننة مخروطية مع العمود القطاعي الخاص بترس التوجيه ومربوط بصامولة ، والنهاية الصغرى موصلة بقضيب الوصل أو وصلة الجر بواسطة وصلة كروية كما هو واضح في شكل - ٧٧.



شكل –٧٦ تعليق المحور الصلب

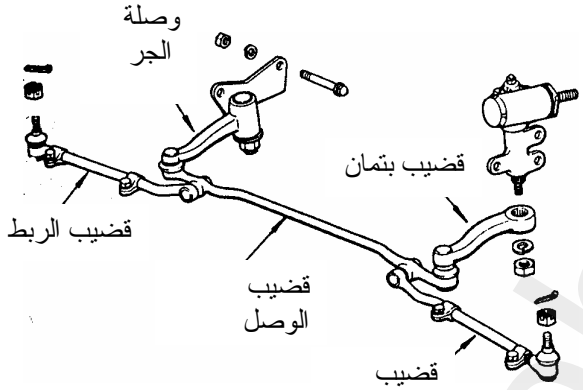


شكل – ٧٧ ذراع بتمان

www.alkottob.com

قضيب الوصل

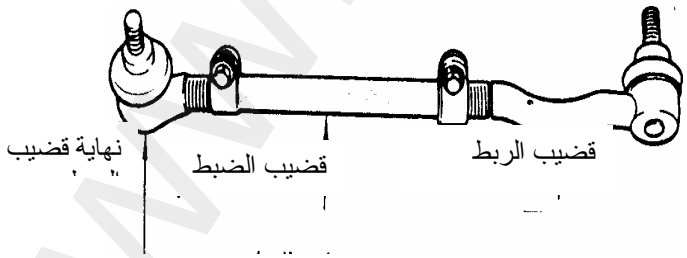
قضيب الوصل وهو موصل بذراع بتمان وقضبان الضبط الأيمن والأيسر فهو ينقل حركة ذراع بتمان لقضيبي الضبط وهو أيضا موصل بالذراع الوسيط كما هو واضح في شكل - ٧٨.



شكل –٧٨ قضيب الوصل

عمود الربط

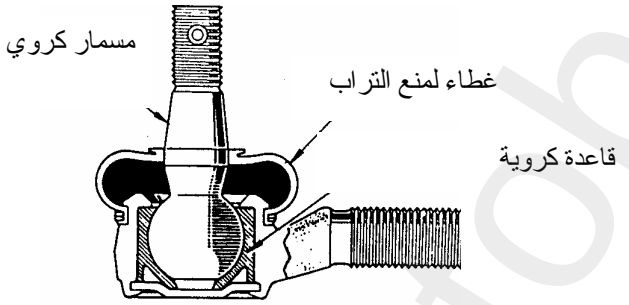
عمود يربط بين العجلة الشمال واليمين وينقل حركة صندوق القيادة إلى العجل ويحافظ على أن تكون حركة العجل معا وفي نفس الاتجاه. يستخدم عمود الربط في ضبط زوايا لم وفتح المقدمة للعجل. تتم عملية الضبط في عمود الربط من الجزء الأوسط له يحتوي على قلاووظ داخلي عند الربط يعمل على تقصير طوله أو الفك يعمل استطالة عمود الربط لذلك يتكون عمود الربط من ثلاثة أجزاء في نهايته من الجانبين نهاية مفصلية (بيضاويه). شكل – ٧٩ يوضح قضيب الضبط وفي نوع الجريدة المسننة والبنيون فإن قضيب الضبط يربط بقلوظ في طرف الجريدة المسننة ، أو في ماسورة الضبط في نوع التوجيه نوع الرمان الدائر ، لكي يتم ضبط المسافة بين الوصلات.



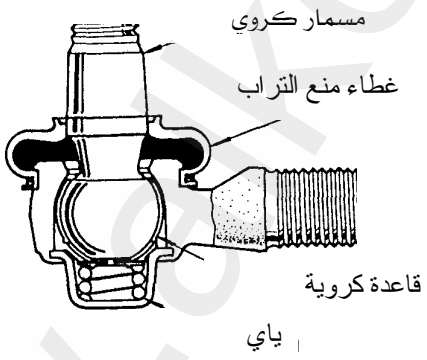
شكل –٧٩ قضيب الضبط

www.alkottob.com

شكل – ٨٠ يوضح شكل الوصلات الكروية توجد الوصلات الكروية على أطراف قضيب الربط لتوصيل قضيب الربط بأذرع الركبة ، وقضيب الوصل. بما أن الوصلات الكروية لقضيب الربط المستعملة في سيارات الركاب هي عموما من النوع الذي لا يحتاج تزييت فإن مادة قاعدة الكرة المستعملة لابد أن تكون بطيئة التآكل ، أداء إحكام غطاء الغبار أن يكون أحسن من المعتاد ، ويجب أن يستعمل شحم طويل العمر. كرويات قضيب الضبط والتي تشمل نابض تعويض الحمل المسبق والتآكل يستعمل كما هو موضح بالرسم شكل -٨١.



شكل –٨٠ الوصلات الكروية

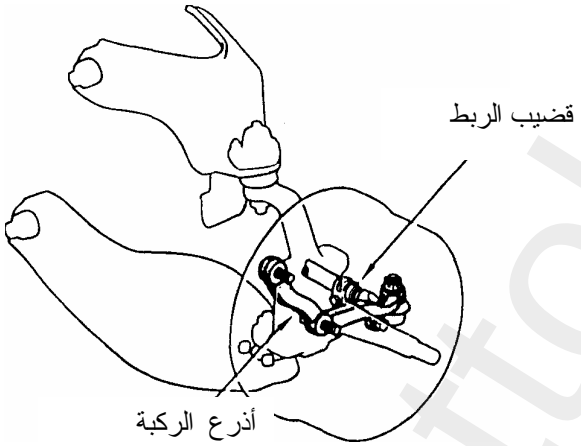


شكل –٨١ الوصلات الكروية ذو نابض تعويض الحمل

www.alkottob.com

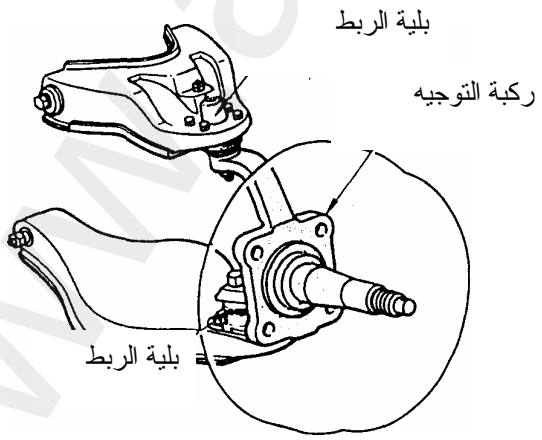
ذراع الركبة

أذرع الركبة تنقل حركة قضيب الضبط أو وصلة الجر إلى العجلات الأمامية عن طريق ركب التوجيه كما هو واضح في شكل - ٨٢. شكل –٨٣ يوضح ركبة التوجيه وهي تسند الحمل الموجه إلى العجلات الأمامية وأيضا تعمل كمحور دوران للعجلات. ركب التوجيه تدور حول الوصلات الكروية أو دبوس المحور الخاص بأذرع التعليق لتوجيه العجلات الأمامية.



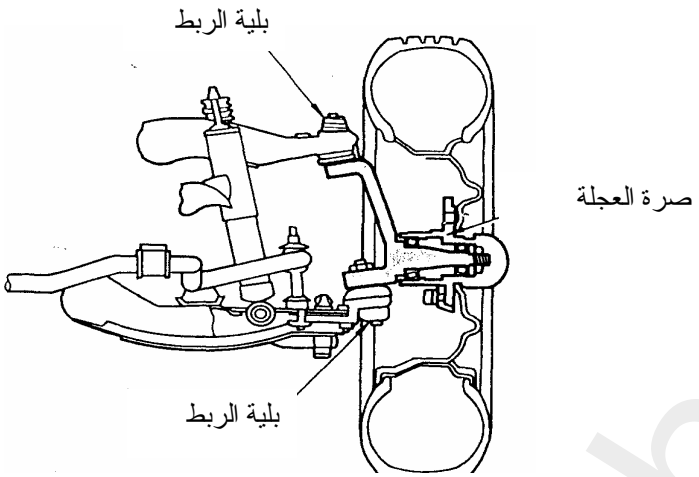
شكل – ٨٢ يوضح أذرع الركبة

شكل – ٨٤ شكل ركبة التوجيه في السيارة ذات الجر الخلفي وشكل – ٨٥ يوضح شكل ركبة التوجيه في السيارة ذات الدفع الأمامي.



شكل – ٨٣ ركبة التوجيه

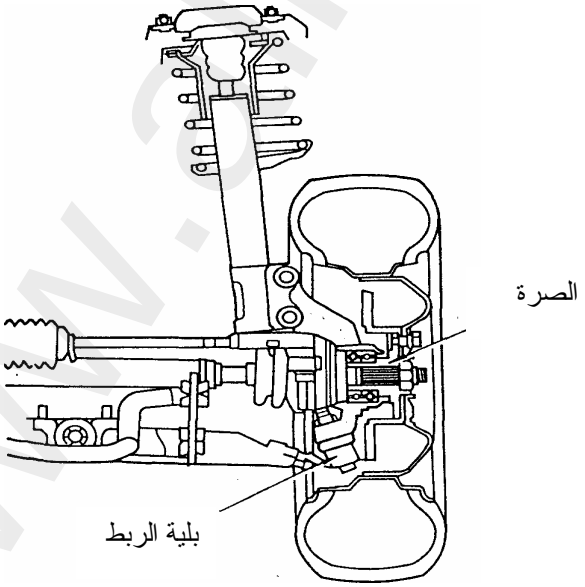
www.alkottob.com



شكل - ٨٤ ركبة التوجيه لسيارة ذات الدفع الأمامي

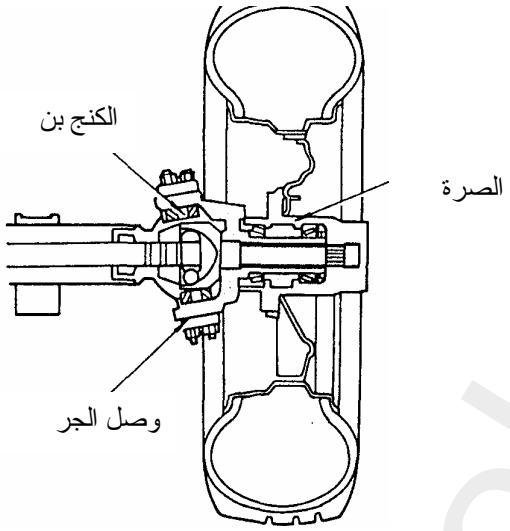
الذراع الوسيط

شكل –٨٦ يوضح شكل ركبة التوجيه في السيارات ذات الدفع الرباعي. شكل –٨٧ يوضح الذراع الوسيط يربط مرتكز الذراع في الجسم والطرف الآخر موصل بقضيب الوصل بواسطة وصلة حرة الحركة. هذا الذراع يسند نهاية قضيب الوصل ويحدد حركة قضيب الوصل في المدى الصحيح. محمل الذراع الوسيط إما من النوع الانزلاقي أو من النوع الالتوائي يستعمل جلباً مطاطية بين العمود والمسند من أجل استرجاع عجلة القيادة بسهولة. حاليا ، الذراع الوسيط نوع المحمل الانزلاقي في الغالب الأعم هو المستعمل نتيجة لقلة احتكاكه الدائري أثناء الدوران كما في شكل – ٨٨.

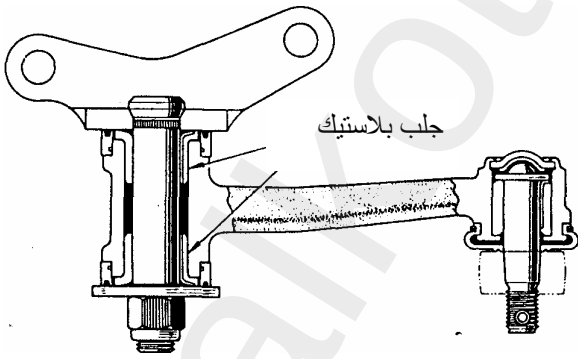


شكل – ٨٥ شكل ركبة التوجيه في سيارة ذات دفع أمامي

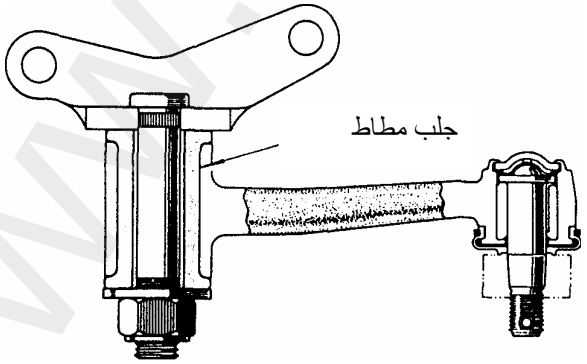
www.alkottob.com



شكل – ٨٦ شكل ركبة التوجيه في سيارة ذات دفع رباعي



شكل –٨٧ الذراع الوسيط بجلب بلاستيك

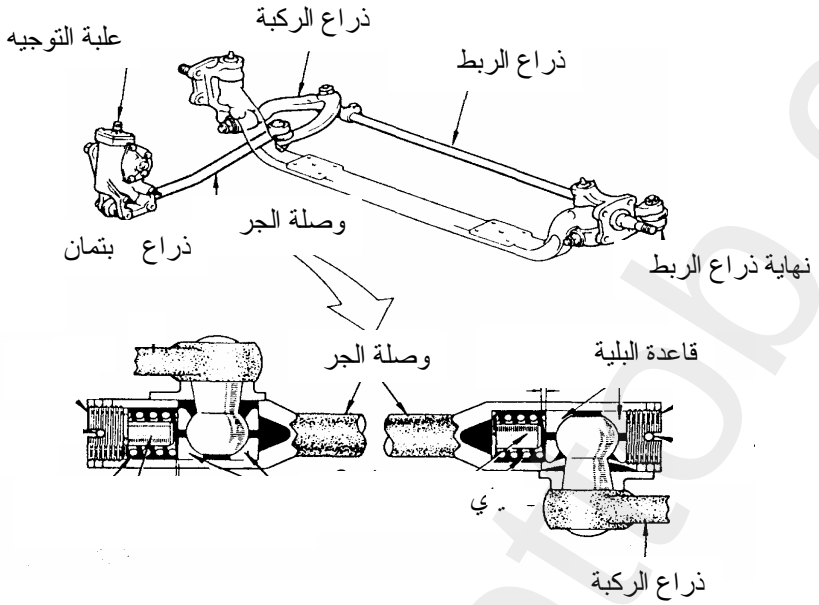


شكل – ٨٨ ذراع الوسيط بجلب مطاط

www.alkottob.com

وصلة الجر

صلة الجر توصل بين ذراع بتمان مع ذراع الركبة الذي يعمل كموصل لحركات ذراع بتمان للأمام والخلف وإلي اليمين واليسار كما هو واضح في شكل - ٨٩.



شكل – ٨٩ وصلة الجر

www.alkottob.com

أسئلة للمراجعة

أجب بكل اختصار عن جميع الأسئلة آلاتية:

١. ما علاقة نظام التعليق بالتوجيه؟

٢. ما مكونات نظام التوجيه العادي؟

٣. ما فائدة نظام التوجيه في السيارات؟

٤. ما فائدة حقيبة الأمان الهوائية وعجلة القيادة وعمود القيادة في السيارة؟

٥. تكلم عن مخمد التوجيه أين يركب وما فائدته؟

٦. ما أجهزة ماص الصدمات في عمود التوجيه؟

٧. ما فائدة الوصلة المرنة في عمود التوجيه الرئيسي؟

٨. تكلم باختصار عن الأنواع المختلفة لعلبة التروس ما مميزات كل نوع وأيهما تفضل في الاستخدام؟

٩. عرف نسبة التوجيه الثابتة وكيف يمكن تغير نسبة التوجيه؟

١٠. تكلم عن نظرية التشغيل لعلبة التروس الرمان الدائر والترس والجريدة المسننة والبنيون؟

١١. عرف التوجيه المساعد وما هي مكوناته؟

١٢. اذكر الأنواع المختلفة للصمامات المستخدمة في علبة التروس ذات الجريدة المسننة والبنيون؟

١٣. ما هي الأنواع المختلفة للصمامات التي تستخدم في علبة التروس ذات الترس الدائر؟

١٤. وضح أهمية الحاسب الآلي بالنسبة التوجيه المساعد؟

١٥. اذكر الأجزاء الرئيسية لمضخة للتوجيه المساعد؟

١٦. وضح الفرق بين صمام التحكم الدائري والطولي والقلاب والكهربي؟

١٧. اذكر الأنواع المختلفة لوصلات التوجيه؟

١٨. وضح أهمية كل من : ذراع بتمان ، عمود الربط ، قضيب الوصل ، ذراع الركبة ، الذراع الوسيط ، وصلة الجر؟

www.alkottob.com

نظام التعليق والتوجيه

التعليق

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

الجدارة : وظيفة وأنواع و أجزاء نظام التعليق (العجل ، الإطارات ، ماص الصدمات ، الياءات ، التعليق الأمامي ، التعليق الخلفي ، أنظمة التعليق الحديثة ، كتابة التقارير الفنية ،حساب التكاليف و الصيانة الدورية)

الأهداف

عند إكمال هذه الوحدة يكون لديك القدرة على .

١. وظائف وأنواع وأجزاء العجل والإطارات .
٢. وظائف وأنواع وأجزاء المساعدين .
٣. وظائف وأنواع وأجزاء الياءات.
٤. وظائف وأنواع وأجزاء التعليق الأمامي.
٥. وظائف وأنواع وأجزاء التعليق الخلفي.
٦. وظائف وأنواع وأجزاء التعليق الحديث.
٧. وظائف وأنواع زوايا العجل.
٨. كتابة التقارير الفنية.
٩. حساب التكاليف.
١٠. الصيانة الدورية.

مستوي الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٨٠٪

الوقت المتوقع للتدريب : ٢٤ساعة.

الوسائل المساعدة:

ورشة التعليق،أجهزة فك وتركيب الإطارات والعجل وأجهزة ضبط اتزان العجل وأجهزة ضبط زوايا العجل.

متطلبات الجدارة:

- معرفة تامة بمحتويات الحقيبة التدريب العملية لتشخيص و إصلاح الأعطال في نظام التعليق.
- الاطلاع على مواقع أجزاء نظام التعليق في السيارة.
- الاطلاع على العدد والأجهزة المستخدمة في فحص وفك وتركيب أجزاء نظام التعليق.
- كتالوج السيارة .

www.alkottob.com

الفصل الأول

الإطارات Tiers

عند دراسة الإطارات لابد من التعرف على الآتي:

- **وظائف الإطار.**
- **أنواع الإطارات.**
- **تركيب الإطارات.**
- **تصنيف الإطارات.**
- **نصف قطر الإطار.**
- **قوة مقاومة التدحرج للإطار.**
- **حجم الإطار.**
- **كزازة الإطار.**
- **قوة تماسك الإطار مع سطح الطريق.**
- **الضغط الداخلي للهواء.**
- **كيفية تخزين الإطارات.**

عتبر الإطارات همزة الوصل بين السيارة وسطح الطريق ، مع ذلك هي مصدر من مصادر القوى الديناميكية الخارجية التي تؤثر على عدم راحة الركوب. يوجد مصادر أخرى غير تداخل الإطار مع سطح الطريق تسبب أيضا عدم راحة الركوب وزيادة تذبذب السيارة ومنها الآتي:

١. محرك السيارة.
٢. خط نقل القدرة (الكلاتش أو ألد برياش ، الجيربوكس ، عمود الكردان ، الكرونة أو الدفرنس)
٣. ديناميكية الحركة للسيارة الفرامل ، التعجيل ، الدوران.

ابد من استخدام إطارات مرنة وهذه المرونة تسبب وجود قوة تقاوم حركة السيارة تسمى قوة مقاومة التدحرج ((Rolling resistance ظهور مساحة تلامس بين الإطار وسطح الطريق (contact Area). كلما زادت مساحة تلامس الإطار مع سطح الطريق زادت قوة مقاومة التدحرج واستهلاك الوقود وقل تذبذب السيارة ، ويمكن زيادة مساحة التلامس بخفض ضغط الإطارات. عند زيادة الضغط داخل الإطار تقل مساحة التلامس ويقل استهلاك الوقود ويزداد تذبذب السيارة وعدم راحة الركوب ، لذلك

www.alkottob.com

لابد من اختيار ضغط الإطار بعناية فائقة. السيارات مركبة على إطارات هوائية مملوءة بهواء مضغوط. الإطارات هي المكونات الوحيدة في السيارة التي تلامس سطح الطريق مباشرة وعليه الإطارات لا تستخدم مستقلة عن السيارة فهي لابد أن تركب على عجلات حديدية (الجنوط) لكي تستخدم.

وظائف الإطارات

تؤدي الإطارات الوظائف التالية:

١. الإطارات تحمل الوزن الكلي للمركبة.
٢. الإطارات تمثل علاقة السيارة بسطح الطريق ، الإطارات تلامس سطح الطريق مباشرة وعلية توصل قوة دفع المركبة والفرامل إلى الطريق ، وبذلك تتحكم في بدء الحركة ، التسارع ، التباطؤ ، الفرامل والدوران.
٣. الإطارات تمتص أو تقلل الصدمة التي يسببها عدم استواء سطح الطريق وتداخل الإطار مع سطح الطريق.
٤. تعتبر الإطارات جزءاً من نظام التعليق في السيارة.
٥. تتحكم الإطارات في قوة دفع السيارة التي تتوقف على معامل تماسك الإطار مع سطح الطريق.
٦. تعمل كوسادة هوائية بين الطريق وعجلات السيارة.
٧. تعمل على إطالة عمر السيارة وتمنع خروج الأصوات المزعجة وتمتص الصدمات.
٨. تمنع من تولد قوة احتكاكية بين الطريق وللإطارات.
٩. تمنع من انزلاق السيارة أثناء المنعطفات وتساعدا لفرملة على الأداء الجيد.

أنواع الإطارات

هناك نوعان أساسيان للإطارات :

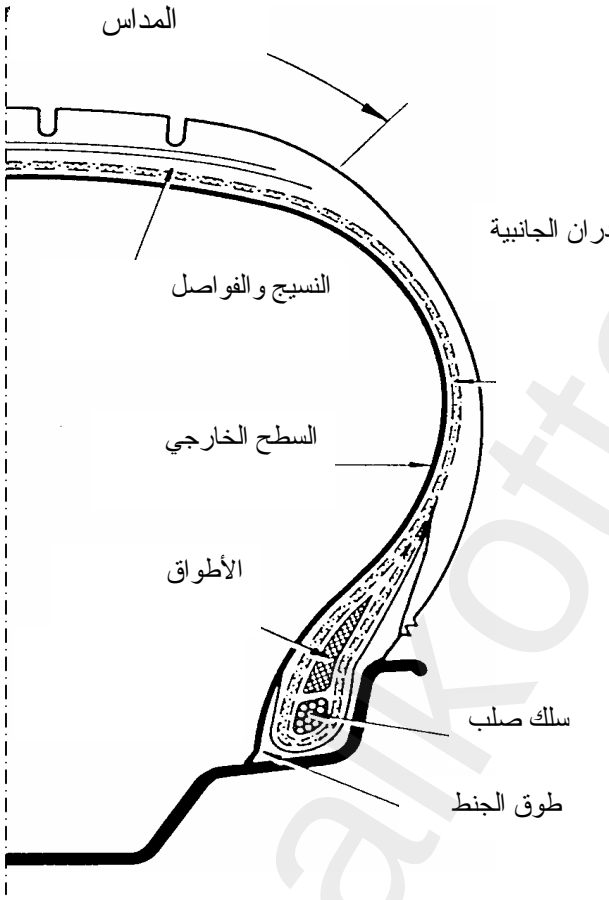
الإطارات الصماء أو المصمتة وهذا ينحصر استعماله في الآلات الصناعية.

الإطارات ذات الهواء المضغوط : وهذا النوع شائع الاستعمال ويركب على السيارات العادية وهي نوعان:

- **إطارات الأنابيب المطاطية الداخلية :** وفي هذا النوع كل من الأنبوبة والإطار على الطوق على آن يحوي الإطار الأنبوبة الداخليه بداخلة –وتنتفخ الأنبوبة الداخلية بواسطة الهواء وذلك مما يجعل الإطار يقاوم أي تغيير في شكله.
- **الإطارات عديمة الأنابيب المطاطية** : وفي هذا النوع يركب الإطار على الطوق (الطوق) بطريقة تحفظ الهواء المضغوط فيما بين طوق العجلة والإطار.

www.alkottob.com

وتستعمل في كثير من السيارات الحديثة ويكون المحيط الخارجي للعجلة غير قابل لتسرب الهواء ويركب عليه صمام هواء محكم.

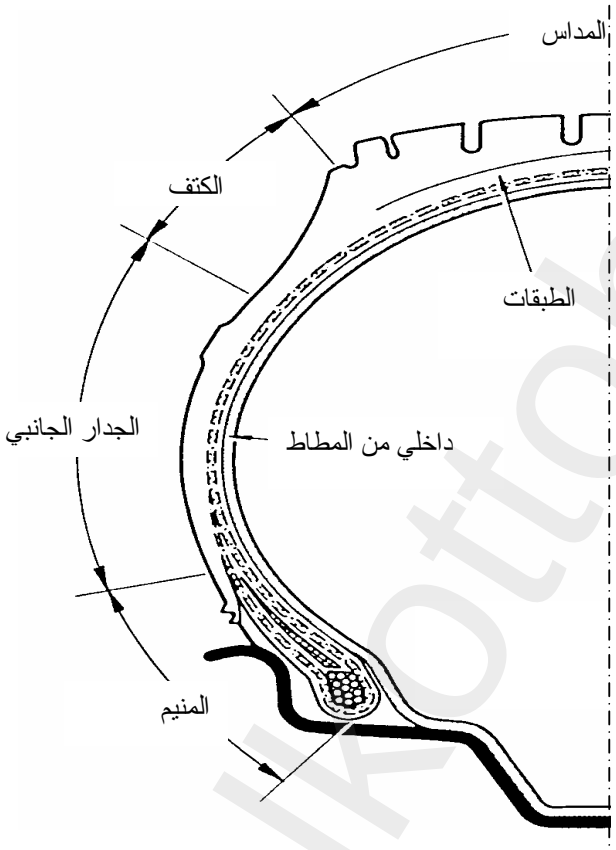


شكل –٩٠تركيب الإطار ذي الطبقات العرضية وبدون داخلي.

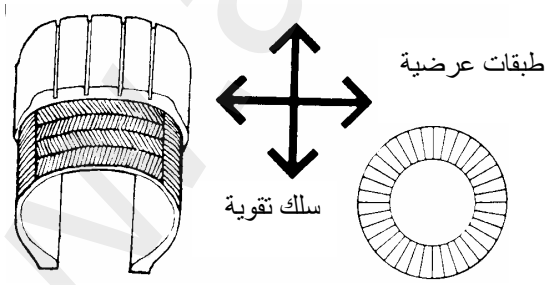
١. **النسيج (Carcass)**، هو الهيكل الأساسي للإطار ، فهو يجب أن يكون صلباً بما فيه الكفاية لامتصاص تغييرات الحمل والصدمات. فهو يتكون من رقائق (طبقات) دوائر الإطار (شرائح دائرية متوازية من مادة قوية) ، مترابطة ببعضها البعض بواسطة مطاط . الشرائح في إطارات الحافلات والسيارات الثقيلة مصنوعة عموما من النايلون أو الصلب ، في حين أن إطارات سيارات الركوب تستخدم البوليستر أو النايلون. كلما زادت عدد الطبقات زادت صلابة الإطار. الإطارات عموما مقسمة

www.alkottob.com

حسب اتجاه النسيج إلى أنواع ، طبقة عرضية مع وجود سلك تقوية (Radial play) كما في شكل – ٩٢ ، ومتقاطعة ((Bias play كما في شكل – ٩٣ ، شكل – ٩٤ يوضح الطبقات المتقاطعة مع وجود سلك تقوية.

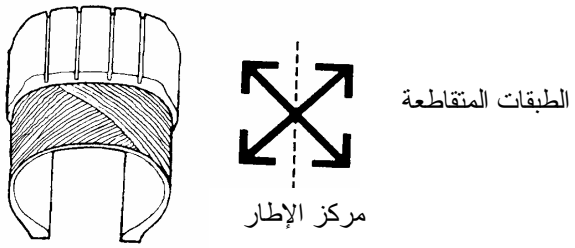


شكل – ٩١ تركيب الإطار ذي الطبقات المتقاطعة وبها داخلي من المطاط.

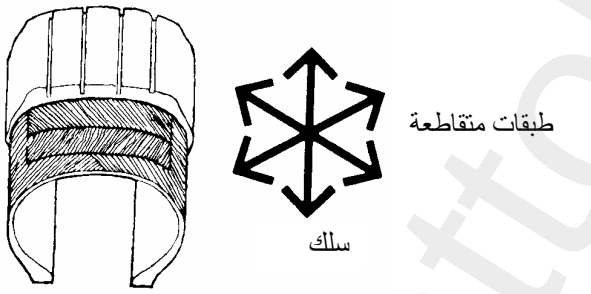


شكل – ٩٢ الإطارات ذات الطبقات العرضية مع سلك تقوية

www.alkottob.com



شكل – ٩٣ الإطارات ذات الطبقات المتقاطعة بدون سلك تقوية



شكل – ٩٤ الإطارات ذات الطبقات المتقاطعة بدون سلك تقوية

٢. **المداس (Tread)** ، هو طبقة مطاط خارجية تحمي الهيكل من التآكل والتلف الخارجي الذي يسببه تداخل الإطار مع سطح الطريق ، هو الجزء الذي يلامس الطريق مباشرة ويولد المقاومة الاحتكاكية التي توصل قوة دفع السيارة والفرامل إلى سطح الطريق وتسمي هذه الظاهرة معامل تماسك الإطار مع سطح الطريق ، شكل المداس مكون من مجاري مشكلة في سطح المداس ، وهو مصمم لمساعدة الإطار ليوصل تلك القوى للطريق بكفاءة عالية بزيادة معامل تماسك الإطار مع سطح الطريق. للمداس أشكال مختلفة تم صياغتها وتشكيلها في المداس لتساعد في تسريب الماء ولكي تتماشى وتتلاءم مع العوامل المختلفة المفروضة حسب ظروف الطريق ونوع السيارة المستخدمة ويمكن تصنيف المداس بالأنواع التالية:

- مداس على شكل مضلع كما في شكل – ٩٥ ، يحتوي على مجارى ملتوية كثيرة والتي تجري على طول محيط الإطار. هذا الشكل يناسب جيدا السفر على سطوح مرصوفة وبسرعات عالية جدا ويستخدم في أنواع كثيرة من السيارات الركوب والأتوبيسات والشاحنات. خواص الشكل المربع هي:

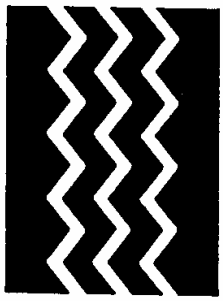
أ - الشكل المضلع يقلل من مقاومة الإطار للتدرج.

www.alkottob.com

ب - المقاومة الكبيرة للانزلاق الجانبي يعطي السيارة تحكماً جيدا.

ج - تقليل ضوضاء الإطار.

د - الاحتكاك مع الطريق أقل من ذلك الذي في إطارات بشكل مربع.



شكل – ٩٥ مداس مضلع الشكل

- مداس على شكل مربع كما هو في شكل – ٩٦ ، المجاري في شكل المربع تجري بشبه زاوية قائمة لمحيط الإطار. أحيانا يستخدم في آليات البناء وإطارات الشاحنات ، فإن هذا الشكل يتناسب مع القيادة في الطرق غير المرصوفة من خواص الشكل المربع:

أ - الشكل المربع يؤمن نقل الحركة جيد بزيادة معامل تماسك الإطار مع سطح الطريق.

ب - المقاومة للانزلاق الجانبي قليلة.

ج - المداس في هذا النوع قابل للتآكل الغير المنتظم

د - ضوضاء الإطار أكبر.

شكل – ٩٦ مداس الإطار على شكل مربع

- مداس على شكل المضلع المربع كما في شكل – ٩٧ ، هذا الشكل عموما يستخدم في إطارات الأتوبيسات والشاحنات ، جمع الشكل المضلع المربع يضمن أداء قيادة متوازن في كل الطرق المرصوفة وغير المرصوفة. من خواص مداس شكل المضلع المربع :

www.alkottob.com

أ. الشكل المضلع يجري على منتصف الإطار يوازن السيارة بواسطة تقليل الانزلاق الجانبي للإطار في حين أن الشكل المربع على أطراف الإطار يعزز أداء القيادة والفرامل

ب. الجزء المربع الشكل أكثر قابلية للتآكل غير المنتظم

شكل – ٩٧ مداس الإطار على شكل المضلع المربع

- مداس شكل المربعات المستقلة ، في هذا الشكل يقسم المداس إلى مربعات مستقلة ، يستخدم في معظم الإطارات الثلجية ، شكل المداس المربع ألآن أصبح مستخدما في بعض إطارات النسيج العرضي في سيارات الركوب كما هو موضح في شكل - ٩٨. من خواص هذا النوع :

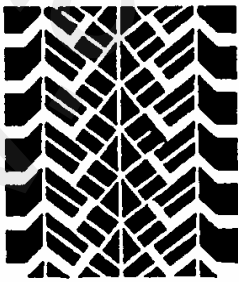
أ - الشكل المربع يعزز الأداء في القيادة والفرامل.

ب - الشكل المربع يقلل الانزلاق والتزحلق في الطرق المبتلة بالطين أو المغطاة بالجليد.

ج - العجلات تميل إلى التآكل أسرع من تلك التي في أشكال المضلع والمربع.

د - مقاومة التدحرج كبيرة نسبيا.

ه - المداس قابل للتآكل غير الطبيعي خاصة على السطوح الصلبة.

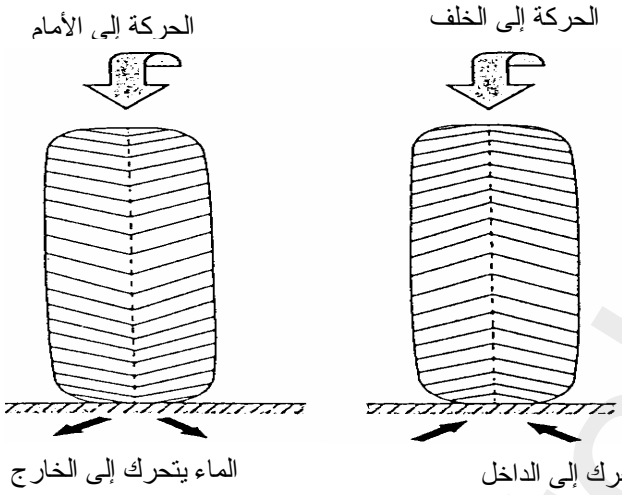


شكل – ٩٨ المداس يقسم على شكل مربعات مستقلة

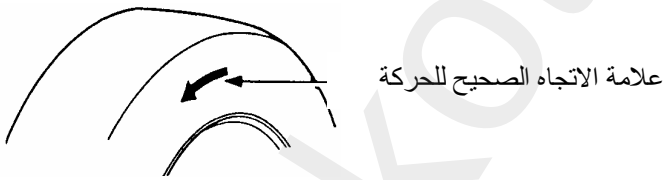
- مداس له اتجاه واحد كما هو في شكل – ٩٩ ، هذه الإطارات لها شكل مداس له اتجاه حسب اتجاه الدوران. المجاري العرضية في مداس الإطار تعطي اتجاهاً من أجل تحسين الأداء في الطرق

www.alkottob.com

المبتلة ، مما يسهل على الإطارات التخلص من الماء. أداء هذه الإطارات في الطرق المبتلة يسوء إذا تم تركيبها في اتجاه الخطأ. يدون الاتجاه الصحيح لحركة الإطار عليه كما في شكل – ١٠٠.



شكل – ٩٩ مداس له اتجاه واحد



شكل – ١٠٠ علامة الاتجاه الصحيح لحركة إطار ذي مداس له اتجاه واحد

٣. الجدران الجانبية (Sidewall)، هي طبقات مطاطية تغطي جوانب الإطار وتحمي الهيكل من التلف الجانبي. وهي أكبر وأكثر مكونات الإطار مرونة وتقوم بالانثناء باستمرارً تحت الأحمال التي تسلط أثناء الحركة. وهي يسجل عليها اسم المنتج ، حجم الإطار ومعلومات أخرى.

٤. الفاصل (Breaker) الفاصل هو طبقة قماش بين النسيج والمداس ، وتقوم بتقوية الالتحام بين الاثنين، في حين المساعدة في إضعاف الصدمات المارة من الطريق وإلى النسيج المتعارض. الفواصل تستخدم عموما في إطارات النسيج المتعارض . إطارات الأتوبيسات والشاحنات ، والشاحنات الصغيرة تستخدم فواصل نايلون ، وتلك التي في سيارات الركوب تستخدم البولستر.

٥. السير (فاصل صلب) ((Rigid breaker، هذه الفواصل تستخدم في إطارات النسيج العرضي ، تلف كالطوق حول محيط الإطار بين النسيج ومطاط المداس ، فهي تثبت النسيج بأمان في مكانه. إطارات سيارات الركوب تستخدم فواصل صلبة مصنوعة من الصلب ، نايلون ، بوليستر ، في حين أن تلك التي في الأتوبيسات والشاحنات مصنوعة من فواصل صلبة.

www.alkottob.com

٦. الأطواق (Beads) لكي يحتفظ الإطار من الإفلات بعيدا من الحافة بواسطة القوة المختلفة المسلطة عليه ، فإن الأطراف الحرة أو جوانب الطبقات يتم لفها حول أسلاك صلبة قوية تسمي أسلاك الأطواق. الهواء المضغوط داخل الإطار يدفع الأطواق للخارج إلى حافات العجلات وتثبتها في مكانها بأمان. الأطواق محمية من التلف الذي يسببه الاحتكاك مع الحافة بشريحة صلبة من المطاط تسمي شرائح الاحتكاك.

تصنيف الإطارات

هناك عدة طرق تستخدم لتصنيف الإطارات كما يلي:

١. **التركيب :**

١. التصنيف عن طريق ترتيب نسيج الطبقة التي تكون هيكل الإطار كما يلي:

- إطار النسيج الطولي.
- إطار السير المتعارض.

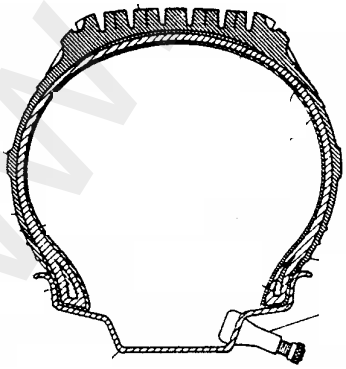
٢. **الطريقة المستخدمة للاحتفاظ بالهواء**

- **إطار أنبوبي:**

ي هذا النوع تركب كل من الأنبوبة والإطار على الطوق على أن يحوي الإطار الأنبوبة الداخلية بداخله ، وتنتفخ الأنبوبة الداخلية بواسطة الهواء وذلك ما يجعل الإطار يقاوم أي تغيير في شكله.

- **إطار بدون أنبوبة مطاطية**

في هذا النوع يركب الإطار على الطوق (الطوق) بطريقة تحفظ الهواء المضغوط فيما بين طوق العجلة والإطار. وتستعمل في كثيرا من السيارات الحديثة ويكون المحيط الخارجي للعجلة غير قابل لتسريب الهواء ويركب على العجلة صمام هواء محكم كما هو واضح في شكل -١٠١ .



شكل – ١٠١ الإطار بدون أنبوبة داخلية مطاطية

www.alkottob.com

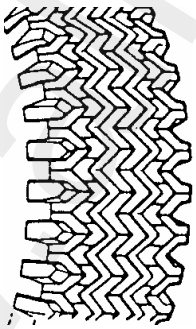
نوع المركبة المراد استخدام الإطار عليها

- إطارات سيارات الركوب.
- إطارات الشاحنات الخفيفة.
- إطارات الشاحنات الكبيرة والأتوبيسات.

٢. سطح الطريق المراد استخدام الإطار عليه

- **إطارات جليدية**

الإطارات الجليدية كما في شكل – ١٠٢ ، مصممة للمساعدة في التحكم على الطرق الطينية أو المغطاة بالجليد. وذلك يتم بواسطة توفير عدد أكبر من المربعات في شكل – المداس ، وجعل هذه المربعات أعمق ومتباعدة أكثر من بعضها البعض ، وهي تجمع بين شكل المداس النتوئي والذي يوصل القوة الدافعة جيدا ، والشكل المضلع الذي يقلل الانزلاق الجانبي. الإطار الجليدي له مجار أعمق وموطئ أوسع ب ١٠٪ : ٢٠٪ من الإطار العادي. نسبة مساحة سطح القمة إلى مساحة سطح المداس الكلية (قمم المداس زائدة المجاري) يرمز لها بنسبة مساحة ملامسة المداس، كلما قل المقدار أصبح المداس مرن وطيع ، محسنا أداء الإطار في الطرق المغطاة بالجليد. لذلك الإطارات الجليدية لها نسبة مساحة تلامس أقل من الإطارات العادية ، وأيضا يستعمل فيها مطاط خاص والذي يحافظ على مرونة جيدة في درجات الحرارة المنخفضة.



شكل – ١٠٢ الإطار الجليدي

www.alkottob.com

درجة حرارة الهواء وطبيعة الجليد يؤثران على أداء الإطار الجليدي ، ولكن الإطارات الجليدية تحت الظروف الطبيعية (في الطرق الوحلة والمغطاة بالجليد يجب أن توفر الآتي:

أ - انزلاقاً في التوجيه جيداً أثناء الفرامل.

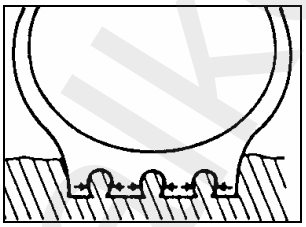
ب - تحكم في الحركة اكبر عند الدوران وتغيير خط السير.

ج - سهولة الإفلات من مجرى العجل.

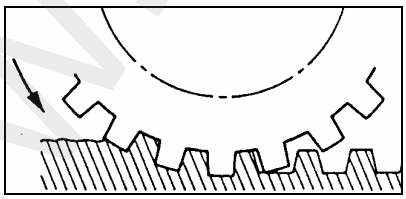
د - مقاومة التدحرج صغيرة.

ه - اهتزازاً وضوضاء اقل.

ما أن مداس الإطار الجليدي أقل صلابة من مداس الإطار العادي ، ومن ناحية أخرى فإنه أقل قدرة لموازنة مركبة تسير بسرعة عالية على سطح طريق جاف. وعلى وجه الخصوص فإن المعاناة أكثر في الالتفاف ، كل العجلات الأربعة يجب أن تستخدم إطارات جليدية موحدة. يجب تجنب الاستخدام المختلط للإطارات الجليدية والعادية. شكل – ١٠٣ يوضح شكل الإطار الجليدي مع سطح الطريق ، الإطار الجليدي يقبض سطح الطريق المغطى بالجليد بواسطة المجاري العميقة المشكلة داخل المداس والتي تحفر داخل الجليد و تضغطه بقوة إلى مربعات صلبة، الإطار يدفع بنفسه للأمام بالضغط على هذه المربعات ، ثم يقذف بها للخلف عند دورانه للأعلى كما في شكل – ١٠٤.



شكل – ١٠٣ الإطار الجليدي مع سطح الطريق

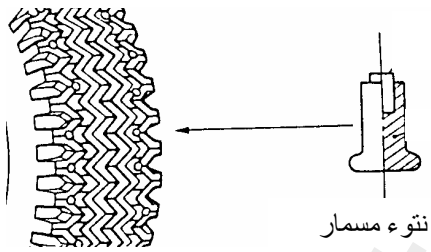


شكل – ١٠٤ يوضح شكل الإطار الجليدي أثناء الحركة على سطح طريق من الجليد

www.alkottob.com

إطار ذو نتوء مسماري

الإطارات ذات النتوء المسماري توفر موازنة قيادة أكبر ، فهي تتسم بمداس إطار جليدي مدمج معه نتوءات مسمارية معدنية ، والتي تحفر في سطح الثلج لنقل قوة دفع المركبة وقوة الفرامل ، وعليه إعداد السيارة بإطارات ذات نتوء مسماري فقط لا يؤمن سلامة قيادة تماما في الطرق المغطاة بالجليد والمتجمد. لا تستخدم إطارات ذات نتوء مسماري في الطرق العادية فيزداد تآكل الإطار ويتلف سطح الطريق. شكل – ١٠٥ يوضح شكل إطار ذات نتوء مسماري.



شكل – ١٠٥ الإطارات ذات النتوء المسماري

- **إطار كل الأجواء**

و إطار عادي وقد تم تعديله لتحسين أداء القادة في الطرق الرملية والمغطاة بالجليد وهو إطار متعدد الأغراض والذي يمكن استخدامه طول السنة لأنه يتصف بخواص الإطارات العادية والجليدية. إطار كل الأجواء له هيكل نسيج طولي ذي سيور صلب وشكل مداس مكتظ بالمربعات لتحسين الجر ومقاومة الانزلاق الجانبي ، مجاري المداس لإطار كل الأجواء أضحل من تلك التي في الإطارات الجليدية ولكن أعمق من تلك في الإطار العادي . هذا يعني أنه يمكنها أن توازن السيارة . شكل – ١٠٦ يوضح شكل إطار كل الأجواء.

شكل – ١٠٦ إطار كل الأجواء.

www.alkottob.com

هناك أيضا مجار رفيعة بالإضافة للمجاري العرضية العميقة والتي تعمل على تنظيف الماء بعيدا عن سطح الطريق حتى يزداد إحكام الطريق مع الإطار كما هو واضح في شكل – ١٠٧.

شكل – ١٠٧ يوضح مجاري رفيعة لإطار كل الأجواء

- **إطار رملي**

ذه الإطارات صممت لتستطيع السير على طرق في مناطق بها مناطق ناعمة ورملية. مداس هذه الإطارات عريض وشكل المداس مضلع بمجاري ضحلة والتي تمنعه من التلف عبر الطبقة العليا للرمل أو التربة. ويخفض ضغط الإطار عند السير على مناطق الرملية من أجل زيادة مساحة السطح التي تلامس سطح الطريق وتحمل أحمال ثقيلة حتى على ضغط منخفض.

٣. **تقسيم أخر**

- إطار احتياطي.
- إطار منخفض الارتفاع.

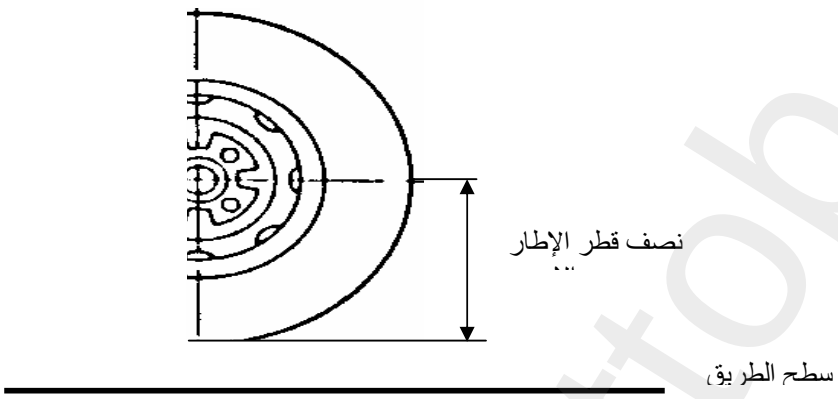
نصف قطر الإطار

نصف قطر الإطار مهم جدا في تحديد سرعة السيارة ، وتحديد ارتفاع مركز ثقل السيارة ، الذي يتحكم في استقرار السيارة على سطح الطريق أثناء الفرامل أو التعجيل أو الدوران لذلك لابد من تحديد نصف قطر الإطار جيدا.

www.alkottob.com

نصف قطر الإطار الاسمي

نصف قطر الإطار الاسمي ، يعرف بالمسافة بين مركز العجلة (الجنط) وسطح الإطار عند الضغط الإطار المضبوط على حسب ما ذكر في الكتالوج والعجلة ليس عليها أي أحمال في الهواء كما هو موضح في شكل – ١٠٨.



شكل –١٠٨ يوضح نصف القطر الاسمي للإطار

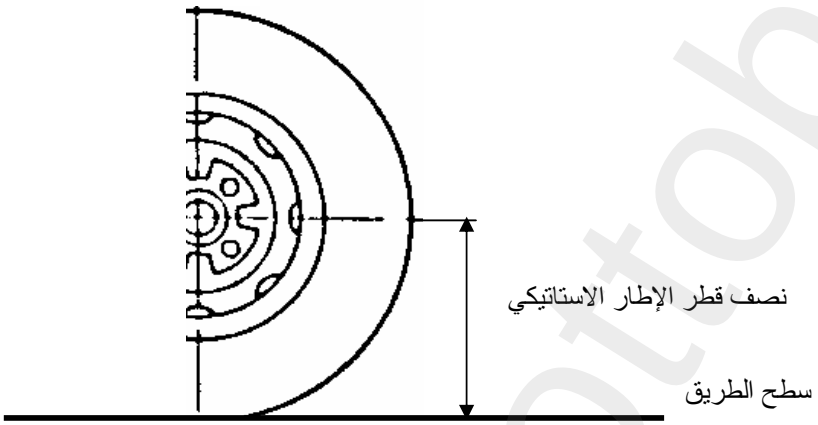
نصف قطر الإطار الاستاتيكي

نصف قطر الإطار الاستاتيكي ، يعرف بالمسافة بين مركز العجلة (الجنط) وسطح الإطار عند الضغط الإطار المضبوط على حسب ما ذكر في الكتالوج والعجلة ساكنة وعليها الأحمال الكلية كما هو موضح في شكل – ١٠٩.

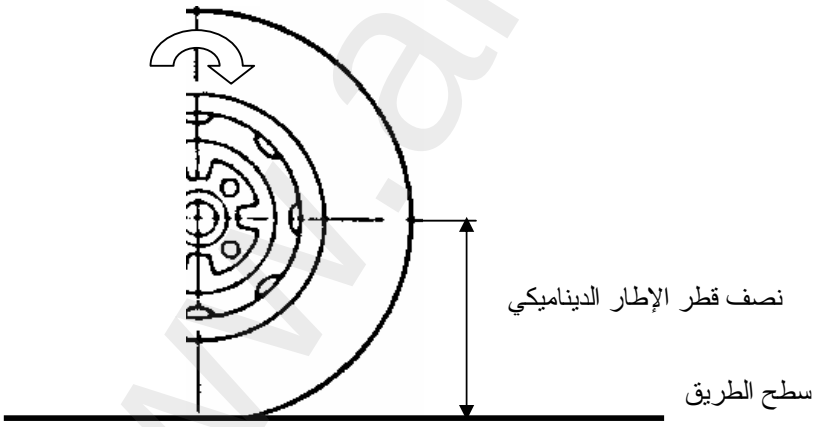
www.alkottob.com

نصف قطر الإطار الديناميكي

نصف قطر الإطار الديناميكي ، يعرف بالمسافة بين مركز العجلة (الجنط) وسطح الإطار عند الضغط الإطار المضبوط على حسب ما ذكر في الكتالوج والعجلة متحركة وعليها الأحمال الكلية كما هو موضح في شكل – ١١٠. تحت تأثير زيادة السرعة فإن قطر العجلة يزداد نتيجة للقوة الطاردة المركزية الناشئة ولذلك فإن نصف القطر الديناميكي لعجلة يزداد.



شكل – ١١١ نصف قطر الإطار الاستاتيكي



شكل – ١١٢ نصف قطر الإطار الديناميكي

www.alkottob.com

نصف قطر الإطار التدحرج

هو نصف قطر العجلة كما لو كانت صلبة والذي عند تحرك العجلة لها نفس السرعة بدون انزلاق للعجلة المطاطية. ولإيجاد نصف قطر التدحرج نأخذ علامة بأي لون على العجلة وندحرج العجلة عدداً من اللفات فستترك أثراً على الأرض نقيس المسافة على الأرض التي تتحركها السيارة وعدد العلامات على الأرض نقسم هذه المسافة على المسافة النظرية والتي تساوي محيط العجلة مضروبة في عدد اللفات إذا كان الناتج يساوي الواحد الصحيح فإن نسبة الانزلاق العجلة تساوي صفر ونصف قطر التدحرج يساوي نصف قطر العجلة ، إذا كان الناتج يساوي صفر فإن الانزلاق ١٠٠٪ نصف قطر التدحرج يساوي صفراً ، أي ان العجل في هذه الحالة يتحرك حركة دورا نية بدون حركة على الأرض.

حجم الإطارات

عادة ما يسجل على الإطارات أبعادها ومواصفاتها والأحمال الراسية التي تتحملها والتي تتناسب مع ضغط الهواء الداخلي للإطار. وقد يسجل على جانب الإطار عدد طبقات التيل الداخلية المشكل منها الإطار (٤ ، ٦ ، ٨، ..... ٢٤) وهي لاتقل عن ٤ طبقات في الإطارات ذات الغرف الداخلية الهوائية وعن ٨ في الإطارات التي بدون غرف داخلية. ويسجل على الإطار قطر الجنط وعرض الإطار ونسبة ارتفاع الإطار إلى عرضه كما هو في شكل – ١١٣. وعادة ما يسجل على جانب الإطار كل من العرض وقطر الجنط بالوحدات الإنجليزية ويبين البعد الأول العرض والثاني قطر الجنط ويوضع بينهما " -" وذلك في حالة إذا ما كان ضغط الهواء داخل الإطار منخفضاً من ١,١ إلى ٣ كيلوبوند/سم^{٢} على سبيل المثال إن كان هذا الرقم المكتوب على جانب الإطار (٧,٥ -٢٠) هذا يعني أن هذا الإطار ذو ضغط منخفض وان عرض الإطار ٧,٥ بوصة وقطر الجنط ٢٠ بوصة. أما إذا كان الإطار ذو ضغط مرتفع من ٣ إلى ٥,٨ كيلوبوند/سم^{٢} فان البعد الأول يدل على القطر الخارجي للإطار والبعد الثاني المكتوب بعد علامة "X" يدل على العرض. على سبيل المثال كان هذا الرقم مكتوب على جانب الإطار (٧X٣٤) هذا يدل على أن هذا الإطار ذو ضغط عالي القطر الخارجي للإطار ٣٤ بوصة وعرض الإطار ٧ بوصة. وشكل – ١١٤ يوضح حجم الإطار كما سجل على الإطار من المصنع.

كزازة الإطار

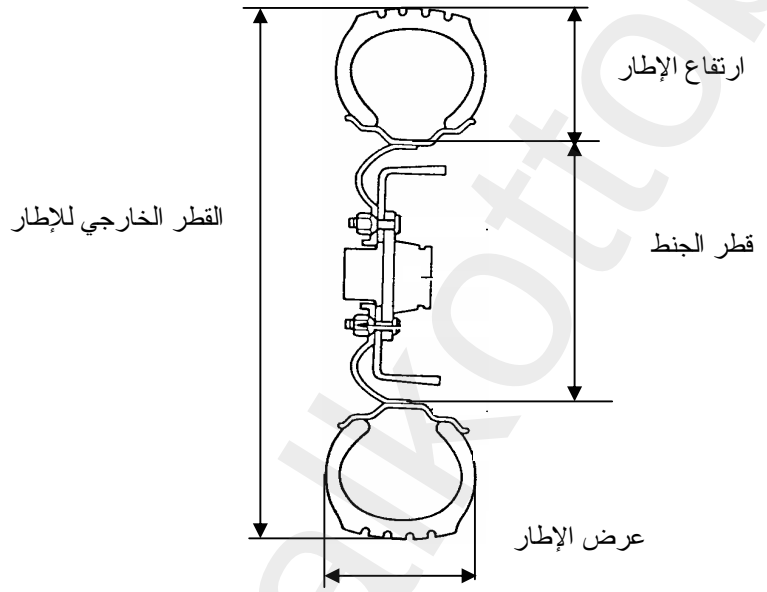
إذا وضعنا عجلة راسية وحملنا عليها حملاً رأسياً متزايداً عند مركز الجنط ونقيس النقصان في القطر الاستاتيكي ونرسم العلاقة بين القوة الراسية والتناقص في القطر كما في شكل – ١١٥. نعمل نفس التجربة بطريقة عكسية بتقليل الحمل الراسي وزيادة نصف القطر ونرسم العلاقة بينهما كما في السابق نلاحظ وجود مساحة بين المنحنين يمثل الشغل المبذول في تشكيل الإطار . كزازة الإطار هي

www.alkottob.com

خارج قسمة الحمل الراسي على التناقص في القطر الاستاتيكي. وزيادة كزازة الإطار يجعل العجلة صلبة وتناقص ضغط الإطار يجعل العجلة مرنة.

قوة مقاومة التدحرج للإطار

عند تدحرج العجلة تشكيل الإطار من الأمام أكبر من الخلف ولذلك القوى الصغيرة لردود الأفعال لكل نقطة من مساحة التلامس ستكون في الجزء الأمامي أكبر من الجزء الخلفي كما في شكل – ١١٦. لذلك فإن رد الفعل الكلي يؤثر في الأمام على بعد مسافة من مركز العجلة يعمل على إعاقة حركة الإطار وتتوقف هذه القوة على ضغط الإطار ونوع وسطح الطريق.



شكل – ١١٣ أبعاد الإطار

أنواع الإطارات وزاوية الانفراج

زاوية الانفراج المعطاة لإطارات النسيج المتعارض تختلف من تلك المعطاة لإطارات النسيج الطولي حتى وأن تساوي الكامبر. والسبب هو - بما أن المداس والأكتاف لإطارات النسيج المتعارض معرضة للالتواء أكثر من تلك التي في إطارات النسيج الطولي، فإن النوع الأول يولد قوة كامبر أكبر. إذن فإن إطارات النسيج المتعارض تعطي زاوية انفراج أكبر من إطارات النسيج الطولي.

www.alkottob.com

صلابة التعليق وزاوية الانحراف

أثناء القيادة تحدث قوة من عدة اتجاهات مختلفة على التعليق، والنتيجة أن العجلات تحاول التباعد للخارج. لكي نمنع ذلك، بعض المركبات تصمم بزاوية لم مقدمة خفيف حتى لو كان الكامبر صفراً.

نصف قطر الدوران

(زاوية العجل، زاوية الدوران)

إذا كانت العجلات الأمامية الأيمن والأيسر تلف بنفس المقدار (يعني ذلك أن زاويا الدوران اليمين واليسار متساوية)، فإن العجلات تكون لها نفس قطر الدوران ، ولكن كل عجل يدور حول مركز مختلف . بناء عليه فإن الدوران الناعم مستحيل نتيجة للانزلاق الجانبي للإطارات. النتيجة هي، أن الإطارات تمر بتآكل غير طبيعي حتى لو كان ضغط الهواء في كل الإطارات متساوياً ومع أن عوامل زوايا العجلات هي الأخرى صحيحة . في المركبة الحقيقية، تعدل وصلات التوجيه بطريقة يتم فيها الحصول على زوايا التوجيه الصحيحة للعجلات الأمامية اليمنى واليسرى.

مقاومة تدحرج الإطار

جزء كبير من قوة المحرك يستهلك بواسطة المقاومات التالية للحركة المتولدة أثناء حركة المركبة.

- الاحتكاك في أجهزة نقل الحركة، في ناقل الحركة اليدوي تروس الدفرنس، رمان البلي، وأجزاء أخرى، بالإضافة إلى المقاومة التي يسببها الزيت.
- مقاومة القصور الذاتي أثناء التسارع.
- في المحدرات، مقاومة التسلق نتيجة الجاذبية...الخ.
- مقاومة الهواء.
- مقاومة الإطارات للتدحرج.

تتغير هذه المقاومات مع سرعة الحركة. في السرعات المنخفضة مقاومة الإطارات للتدحرج هي أكبر عامل يسهم في مقاومة المركبة للحركة، وهذا يزيد كلما ازدادت سرعة المركبة.

www.alkottob.com

أسباب مقاومة الإطارات للتدحرج

عاملان أساسيان يسببان مقاومة الإطار للتدحرج.

١ - المقاومة الاحتكاكية بين العجل وسطح الأرض.

المقاومة الاحتكاكية تتولد عند انزلاق مداس الإطار على سطح الطريق. هذه المقاومة تكون ٥ -١٠٪ من مقاومة الإطار للتدحرج، وتتفاوت اعتماداً على حالات الطريق، لبنية الإطار، شكل المداس، وعوامل أخرى.

٢ - مقاومة نتيجة تشويه الإطار

عندما تتحرك المركبة، فإن الجزء الذي يلامس الطريق من المداس يتغير باستمرار، ضاغطاً المداس والجدران الجانبية، الخ...، عبر دورة انثناء لكل دوران عجل. هذه الدورة تستهلك جزءاً من الطاقة المطلوبة لتدوير الإطار وتوليد المقاومة.

الطاقة المستهلكة بواسطة الإطار تتحول إلى حرارة والتي ترفع درجة الحرارة داخل الإطار وتقلل عمر خدمة الإطار. المقاومة نتيجة انثناء الإطار تقدر بحوالي ٩٠٪ أو أكثر من مقاومة الإطار للتدحرج الكلية.

العوامل المؤثرة على مقاومة تدحرج الإطار:

مقاومة الإطار للتدحرج توجد بواسطة المعادلة العامة الآتية:

حيث إن $R = K.W$

R = مقاومة الإطار للتدحرج

K = معامل مقاومة التدحرج

W = الحمل الموضوع على الإطار

معامل مقاومة الإطار للتدحرج يتغير حسب حالات سطح الطريق، سرعة المركبة، ضغط الانتفاخ، نوع الإطار، البنية، شكل المداس، وعوامل أخرى.

١ - سطح الطريق :

معامل مقاومة الإطار للتدحرج يتغير حسب حالات سطح الطريق الذي تسير عليه المركبة.

٢ - سرعة المركبة :

معامل مقاومة التدحرج يزيد تدريجياً حتى سرعة ١٠٠ كلم/الساعة ثم يزيد بشدة بعد ذلك. هذه الزيادة الحادة نتيجة للموجه الواقفة الناتجة عن تشويه مداس الإطار في السرعات العالية للمركبة.

www.alkottob.com

٣ - ضغط الانتفاخ :

ينخفض معامل مقاومة التدحرج كلما ارتفع ضغط الانتفاخ. ذلك لأن المرونة الرأسية تقل، وعليه تقل الطاقة التي تفقد بواسطة تشويه الإطار والاحتكاك الداخلي المصاحب.

٤ - نسبة الطول للعرض في الإطار :

تخفيض نسبة الطول للعرض يزيد من صلابة الإطار. وهذا بدوره يقلل من مرونة الإطار، وعليه يهبط معامل مقاومة التدحرج.

٥ - تركيبة الإطار :

إطار نوع النسيج الطولي له مقاومة تدحرج أقل من الإطار نوع النسيج المتعارض لأن الأول ينثني مبدئياً في الاتجاه الرأسي في حين أن هيكل الأخيرة هدف للالتفاف لانثناء المداس.

www.alkottob.com

مقاومة الإطار للتدحرج واستهلاك الوقود

استهلاك وقود المركبة يتغير مع مقاومة المركبة للتحرك. مقاومة التحرج المصاحبة إذن لا يمكن تجاهلها. في العموم، السيارة المزودة بإطارات نوع النسيج الطولي تستهلك وقوداً حوالي ١٨٪ أقل من تلك التي المزودة بإطارات نوع النسيج المتعارض.

توليد الحرارة بواسطة الإطارات

بما أن المطاط، الطبقات الرقيقة ومكونات الإطار الأخرى الرئيسية ليست مرنة تماماً، فهي تحمل فقداناً تخلفياً لأنها تمتص طاقة أثناء الإطار وتحولها إلى حرارة. بما أن هذه المواد موصل ضعيف للحرارة فهي غير قادرة على التخلص من الحرارة المتولدة بسرعة، لذلك الحرارة تتجمع داخل مادة الإطار مسببة ارتفاعاً في درجة حرارة الإطار الداخلية. الارتفاع المتزايد للحرارة يضعف الترابط بين طبقات المطاط وحبال الإطار، لاحقاً يؤدي إلى انفصال الطبقات أو حتى إلى انفجار الإطار. ارتفاع الحرارة داخل الإطار يتغير بالعوامل مثل ضغط الانتفاخ، الحمل ، سرعة المركبة، عمق مجاري المداس، وبنية الإطار.

ضغط الانتفاخ: بما أن الإطار يكون أكثر مرونة كلما انخفض ضغط الانتفاخ، المنخفض جداً يزيد انثناء الإطار أكثر ويزيد الاحتكاك الداخلي، وبذلك يرفع درجة الحرارة الداخلية للإطار.

الحمل: زيادة الحمل شبيهة بتخفيض ضغط الانتفاخ: درجة الحرارة الداخلية للإطار ترتفع لأنه أجبر على الانثناء أكثر. في نفس الوقت يضاف حمل زائد إلى بطانة الإطار والأكتاف ـ الأحمال التي قد تقود إلى الانفصال أو الانفجار.

سرعة المركبة

درجة الحرارة الداخلية ترتفع مع ارتفاع سرعة المركبة لأن الإطار يجبر على الانثناء بسرعة كبيرة.

بنية الإطار

الإطار نوع النسيج الطولي له أحزمة صلبة و تثبت الهيكل بأمان بحيث إن ملامسة المداس لسطح الطريق أقل قابلية للتشويه. لأن الأحزمة (السيور) تقلل من انثناء المداس، فإن الإطار يولد حرارة أقل درجة حرارة الإطار تظل منخفضة عن الإطار نوع النسيج المتعراض. الإطارات نوع النسيج الطولي الفولاذية للطبقات توفر توصيل حرارة أكبر.

بالإضافة إلى ذلك الإطارات التي بدون أنابيب تبقى أبرد من الإطارات في تلامس مباشر بالحافة وبذلك يمكن توصيل الحرارة خارجاً أكثر سهولة.

www.alkottob.com

أداء الفرامل

المركبات تتباطأ ثم تتوقف بواسطة توليد احتكاك بين الإطارات وسطح الطريق. مقدار طاقة الفرامل المولدة يعتمد على حالة سطح الطريق، نوع الإطار، بنية الإطار، وحالات أخرى يعمل تحتها الإطار. أداء الإطار للفرامل يقيم عبر معامل الاحتكاك صغر المقدار كلما قل الاحتكاك الذي يولده الإطار وكلما طالت مسافة الفرامل (المسافة التي تسيرها المركبة من لحظة الضغط الأولى على دواسة الفرامل حتى تصل المركبة إلى الوقوف تماماً).

تآكل الإطار ومسافة الفرامل

تآكل الإطار لا يؤثر كثيراً على مسافة الفرامل في سطح الطريق الجاف. في سطح الطريق المبتل، فإن مسافة الفرامل أطول نسبياً. أداء الفرامل ضعيف لأن شكل المداس قد تآكل إلى نقطة لا يمكن فيها التخلص من الماء الذي بين المداس وسطح الطريق، وذلك يؤدي إلى سطح مائي.

ضوضاء المداس

ضوضاء الشكل هو إبراز أصوات حركة الإطار مجارى المداس التي تلامس سطح الطريق تحتوي هواء محصوراً ومضغوطاً بين المجارى وسطح الطريق. عندما يبتعد المداس عن سطح الطريق فإن الهواء المضغوط يندفع خارج المجارى مولدا ضوضاء.

ضوضاء شكل المداس تزداد إذا كان تصميم المداس بحيث إن الهواء أكثر قابلية للحصر في المجاري. الشكل المربع النتوئي للمداس، مثلاً، أكثر قابلية لإصدار ضوضاء من الشكل المضلع. خطوة (ذبذبة) الضوضاء تزداد مع ارتفاع سرعة المركبة. بما أن ضوضاء شكل المداس تعتمد على شكل المداس، فإن الشكل يمكن تصميمه لتقليل ذلك. كما يبدو أن الشكل النتوئي البسيط المتكرر والشكل المتعرج، مثلاً، قد يحتوي ذبذبات دقيقة في مسافات الشكل .

www.alkottob.com

الموجة الواقعة

عندما تكون المركبة متحركة فإن الإطار في انثناء مستمر، عند ملامسة جزء جديد من المداس لسطح الطريق. لاحقاً عندما يغادر هذا الجزء سطح الطريق. فإن ضغط الهواء داخل الإطار ومرونة الإطار تحاول إرجاع المداس والهيكل إلى حالتها الأصلية.

في السرعات العالية للمركبة، يدور الإطار بسرعة شديدة للسماح بزمن لذلك. هذه العملية تتكرر باستمرار وفي فترات قصيرة تعطي اهتزازات في المداس. هذه الاهتزازات والتي يطلق عليها الأمواج الواقفة تتكاثر وتنتشر باستمرار حول الإطار، معظم الطاقة المحبوسة في الأمواج الواقفة تتحول إلى حرارة والتي ترفع بطريقة حادة درجة حرارة الإطار. تحت ظروف معينة هذه الحرارة المكونة يمكن أن تتلف الإطار في مدة دقائق بسيطة بواسطة فصل المداس من الهيكل (انفجار).

عموماً السرعة القصوى المسموح بها لإطار سيارات الركاب تحدد بواسطة سرعة المركبة والتي ترتفع فيها الموجة الواقفة ـ مثلاً بالتقريب ١٥٠كلم/الساعة لإطار نوع النسيج التعارضي. هذا المقدار يقل إذا كان ضغط الانتفاخ منخفضاً. إطار نوع النسيج الطولي، في الجانب الآخر، يمكن تحمله سرعات مركبة أعلى لأن هيكله مثبت بأمان بواسطة سيور صلبة أقل عرضة للتشويه. إطارات الباصات، والشاحنات، وشاحنات الأحمال الخفيفة لها مشاكل قليلة مع الأمواج الواقفة لأن هذه المركبات تسافر بسر عات منخفضة وتستخدم ضغط انتفاخ أعلى.

سطح مائي (الطفو على الماء)

تزلق المركبة على طريق مغطى بالماء، إذا كانت سرعتها عالية جداً للسماح للمداس بزمن كاف للتخلص من الماء من سطح الطريق بحيث تستطيع الحصول على قبضة جيدة. السبب في هذا هو مع ازدياد سرعة المركبة فإن مقاومة الماء تزيد أيضاً مجبرة الإطار للطفح على سطح الماء. هذه الظاهرة تسمى السطح المائي أو الطفو على الماء. هذا الأثر شبيه بالانزلاق المائي. زلاجة الماء تغطس في السرعات المنخفضة ولكن تبدأ بالطفو على الماء مع ازدياد سرعتها. المداس الذي يلامس سطح الطريق يمكن تقسيمه إلى ثلاث مناطق.

www.alkottob.com

الأداء عند الدوران

الدوران دائماً مصحوب بقوة الطرد المركزية، والتي تحاول دفع المركبة للدوران في دائرة أكبر من الذي ينويه السائق ما لم تولد المركبة قوة معاكسة كافية وهي قوة الجذب المركزي هذه تتولد بواسطة التشويه والانزلاق الجانبي للمداس والناتج من احتكاك الإطار مع سطح الطريق هذه تسمى قوة الدوران.

قوة الدوران هذه توازن المركبة أثناء الدوران. أداء المركبة عند الدوران يتغير ب:

١ - مواصفات الإطار (شكل المداس، زاوية الأطواق ـ عدد الطبقات).

٢ - الحمل الموضوع على مساحة المداس الملامس (القوة الدوران تزيد مع زيادة الحمل).

٣ - حجم الإطار. (قوة الدوران تزيد مع حجم الإطار).

٤ - حالات سطح الطريق. (قوة الدوران تهبط بسرعة إذا كان الطريق مبتلاً أو مغطى بالجليد).

٥ - ضغط الانتفاخ. (قوة الدوران تزيد كلما أصبح الإطار أكثر صلابة بالضغط العالي).

٦ - انحناء العجل بالنسبة للأرض. (خفض الكامبر الموجب المكون بواسطة خط منتصف العجل والطريق، تزيد قوة الدوران).

٧ - عرض الحافة (الإطارات العريضة أكثر صلابة وبذلك تولد قوة دوران أكبر).

٨ - تآكل الإطار :

تآكل الإطار هو فقدان أو تلف المداس وأجزاء مطاطية أخرى نتيجة الاحتكاك المتولد عند انزلاق الإطار على الطريق. وهو يتغير مع ضغط الانتفاخ، الحمل، سرعة المركبة، الفرامل، حالة سطح الطريق، درجة الحرارة، وعوامل أخرى.

ضغط الانتفاخ

ضغط الانتفاخ غير الكافي يزيد تآكل الإطار بواسطة السماح للمداس بالانثناء أكثر عند ملامسته للطريق.

الحمل

الحمل الكثير يزيد من سرعة تآكل الإطار بنفس الطريقة كما في انخفاض ضغط الانتفاخ. الإطار أيضاً يتآكل بسرعة أكبر عند الدوران عندما تكون المركبة محملة ثقيلاً لأن قوى الطرد المركزي الكبيرة أثناء الدوران تجعل المركبة تولد قوة دوران أكبر، وبذلك يتولد احتكاك أكبر بين العجل وسطح الطريق.

www.alkottob.com

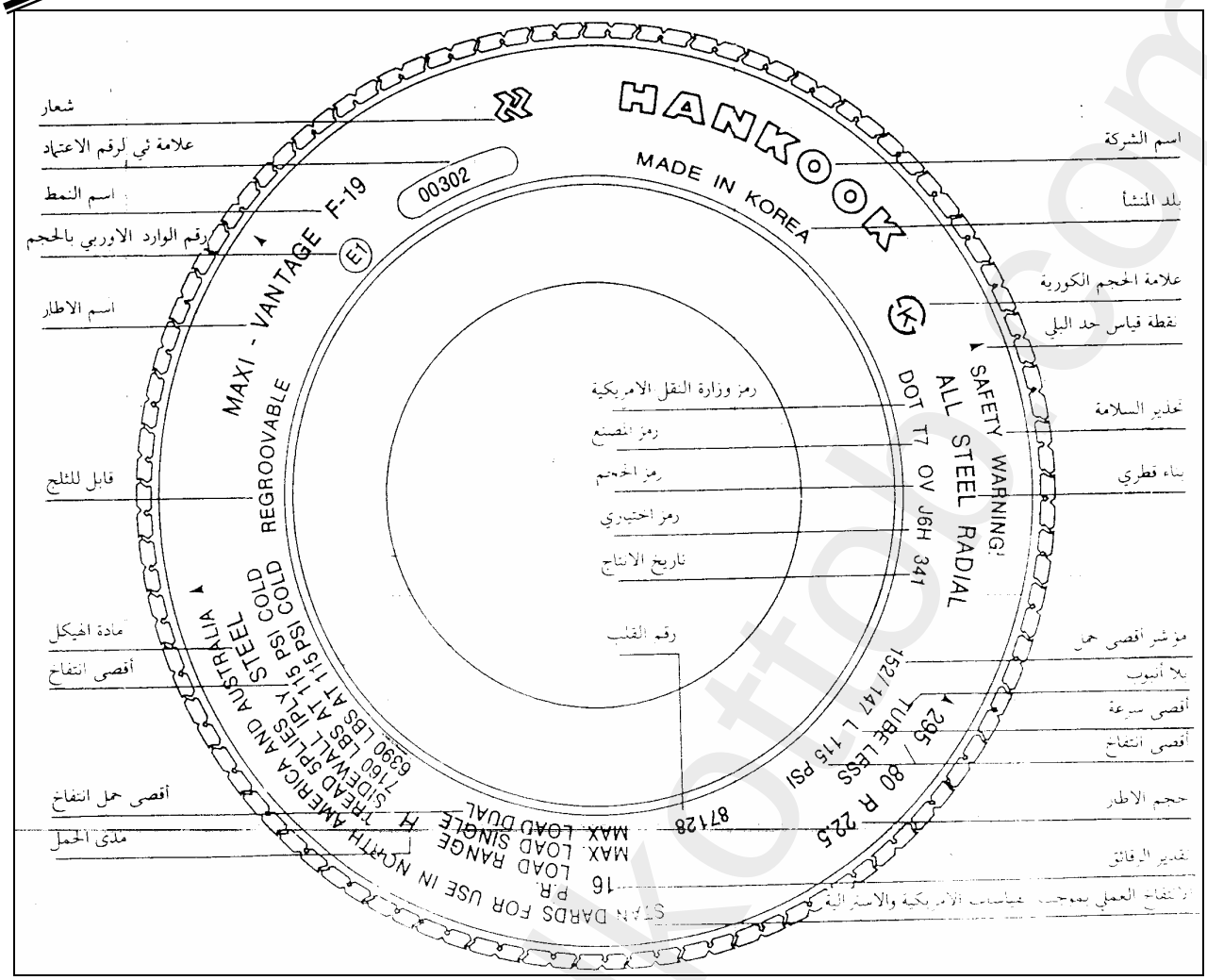
سرعة المركبة

قوتا القيادة والفرامل، قوة الطرد المركزي في الدوران، والقوى أخرى المسلطة على الإطار كلها تزيد بتربيع سرعة المركبة وبذلك رفع سرعة المركبة يضاعف هذه القوى، يزيد من الاحتكاك المتولد بين المداس وسطح الطريق، وبذلك يعجل من تآكل الإطار. بالإضافة إلى هذه العوامل، حالة الطريق لها أيضاً تأثير أكبر في تآكل الإطار: الطريق الوعر أيضاً يسبب تآكلاً أسرع للإطار من الطريق الناعم.

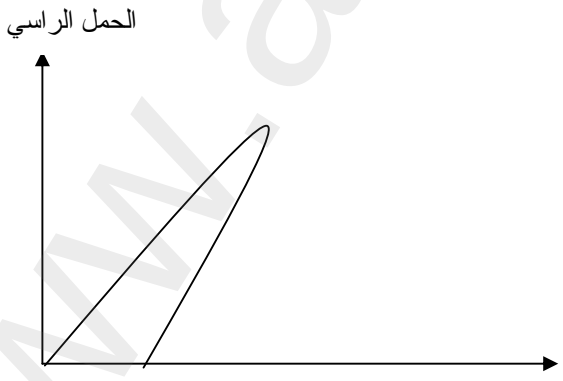
الضغط الداخلي الإطار

يعتبر الضغط الداخلي للإطار مهماً جدا بالنسبة لكزازة الإطار وقوة مقاومة التدحرج ومساحة التلامس بين الإطار وسطح الطريق. انخفاض ضغط الإطار يؤدي إلى زيادة مساحة التلامس وزيادة استهلاك الوقود وزيادة قوة مقاومة التدحرج وقلة اهتزاز السيارة ، وزيادة الضغط الداخلي للإطار يؤدي إلى نقصان استهلاك الوقود قلة قوة مقاومة التدحرج لكن يزيد كزازة الإطار فيزيد اهتزاز السيارة لذلك لابد من اتباع كتالوج السيارة في تحديد قيمة الضغط الداخلي للإطار كما في شكل – ٢٥ الذي يوضح علاقة الضغط الداخلي للإطار مع مساحة التلامس مع سطح الطريق.

www.alkottob.com

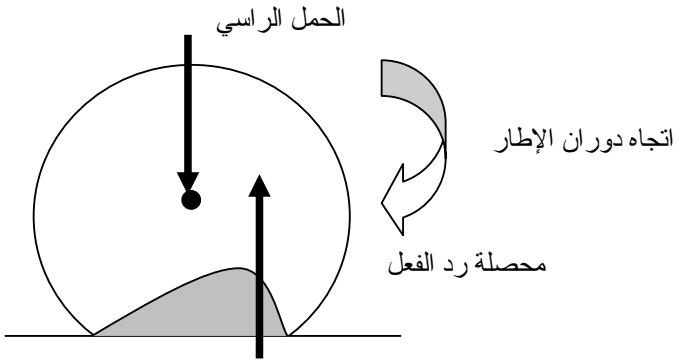


شكل –١١٤ حجم الإطار



شكل – ١١٥ العلاقة بين الحمل الراسي على الإطار والتناقص في نصف القطر الاستاتيكي

www.alkottob.com



شكل – ١١٦ قوة رد الفعل التي تسبب قوة مقاومة التدحرج للإطار

شكل – ١١٧ العلاقة بين مساحة التلامس والضغط الداخلي للإطار

يجب اتباع الإرشادات الآتي لنفخ الإطارات لتجنب تلفها

١. تأكد من نفخ الإطار ليصل إلى الضغط الصحيح والإطار بارد.
٢. يجب مراجعة ضغط الإطار مرة كل أسبوع.
٣. تأكد من وجود أغطية للبلف كل في مكانه لكل إطار ومحكم الغلق.
٤. تعرف على أسباب تسرب الهواء البطيء وبادر بإصلاحها.
٥. بادر باستبدال إبرة البلف إذا كانت تالفة.

www.alkottob.com

زيادة النفخ في الإطار يؤدي إلى حدوث الآتي:

١. ظهور شقوق في المداس أو انفصاله عن الإطار.
٢. يقلل مساحة التلامس بين الإطار وسطح الطريق.
٣. زيادة الضغط على السلك و الجنط وتلفهما.
٤. زيادة اهتزاز السيارة.
٥. تلف زائد في مركز الإطار.
٦. القيادة ستكون خفيفة.
٧. ذبذبة أو رعشة في العجلات.
٨. قد تؤدي إلى الانفجار مع زيادة الحمل.
٩. ركوب السيارة غير مريح.

نقص النفخ في الإطار يؤدي إلى حدوث الآتي:

١. زيادة درجة حرارة الإطار .
٢. تلف الأنبوبة الداخلية وخيوط التيلة.
٣. انفصال المداس عن الإطار.
٤. انفصال طبقات التيل.
٥. زيادة استهلاك الوقود.
٦. زيادة التلامس بين الإطار وسطح الطريق.
٧. تلف الجوانب على ظهر الإطار.
٨. شرخ في جدران الإطار.
٩. انحراف السيارة إلى الجهة الأقل ضغطاً.

اختلاف الضغط بين عجلتين على محور واحد يؤدي إلى :

١. انحراف السيارة أثناء القيادة إلى جهة الضغط المنخفض.
٢. انحراف السيارة أثناء عملية الفرملة إلى جهة الضغط المنخفض.
٣. تآكل الإطارات المطاطية ذات الضغط المنخفض.
٤. قفز السيارة في جهة الضغط المرتفع.

www.alkottob.com

قوة تماسك الإطار مع سطح الطريق

تتوقف قيمة قوة الجر للسيارة على قوة تماسك الإطار مع سطح الطريق ومعامل التماسك ، يتوقف معامل التماسك على حالة الإطار وسطح الطريق يزداد هذا المعامل على الأسطح الصلبة نتيجة زيادة الاحتكاك بين الإطار وسطح الطريق ، إذا كان سطح الطريق مبتلاً يقل معامل التماسك. لذا يمكن القول أقصى قوة جر للسيارة تساوي معامل التماسك بين الإطار وسطح الطريق في وزن السيارة.

كيفية تخزين الإطارات

لابد من اتباع الآتي عند تخزين الإطارات:

١. لابد من تخزين الإطارات في مكان خال من الأوزون.
٢. عدم تعرض الإطارات أثناء التخزين إلى ضوء الشمس المباشر.
٣. تجنب تيارات الهواء في مكان التخزين.
٤. يفضل صناعة أرفف التخزين من الخشب.
٥. لابد أن يكون مكان التخزين جافاً.
٦. تكون منطقة التخزين باردة نوعا ما ولا ترتفع فيه درجة الحرارة.
٧. عدم وضع الإطارات فوق بعضها البعض وخاصة إذا كان التخزين لفترة كبيرة لعدم تعرض الإطار إلى تشوهات.
٨. عند رص الإطارات فوق بعضها البعض ألا يزيد عدد الرصة عن ٧ إطارات نقل أو ١٠ لسيارات الركوب.

www.alkottob.com

الفصل الثاني

العجلات القرصية (الجنوط) Wheels

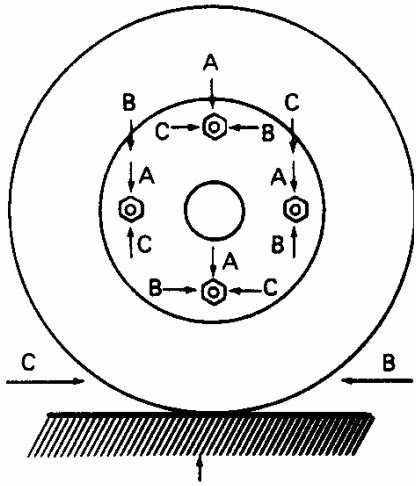
عند دراسة العجل لابد من التعرف على الآتي:

- **تركيب العجل.**
- **صرة العجلة .**
- **جسم العجلة.**
- **أنواع العجلات.**
- **مقاسات العجل.**
- **أنواع السطوح الخارجية الطوق.**
- **ترحيل العجل.**
- **أنواع طوق العجل.**
- **فلانشة العجل.**
- **الاتزان الاستاتيكي للعجل.**
- **الاتزان الديناميكي للعجل.**

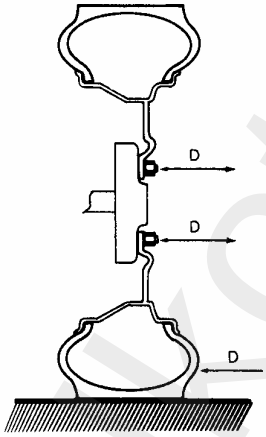
يرجع استخدام العجلات في النقل كوسيلة انتقال إلى أكثر من ٦ آلاف عام ، حيث إن استدارة العجلة تعمل على تقليل معامل الاحتكاك بين سطح الأرض والعجلة، تعتبر العجل جزءاً مهم جدا للقيادة الآمنة ، يجب أن يكون قوياً لتحمل الأحمال الراسية والجانبية ، قوى الدفع والفرامل ومختلف القوى الأخرى التي تسلط عليه. في نفس الوقت يجب أن يكون خفيفا بقدر المستطاع. بالإضافة يجب أن يكون جيد الاتزان ليدور بنعومة في السرعات العالية كما أن الحافة يجب أن تصنع بدقة شديدة لكي تحفظ الإطار بأمان في مكانة ، وتتحمل عجلة المركبات مجموعة من القوي مؤثرة في ثلاث اتجاهات مختلفة كما في شكل – ١١٨ وشكل – ١١٩ يوضح القوى على العجل أثناء المنحنيات وتقسم كما يلي:

١. القوى الراسية : الوزن ، الحمل الديناميكي للإطار ، الاهتزاز الرأسي .
٢. القوى الجانبية : قوة التوجيه ، قوة الطرد المركزي ، قوة التي تنشا أثناء الدورانات ، قوة الرياح.
٣. القوى المحيطة : قوة الجر ، قوة الكبح ، عد اتزان العجل.
٤. الإجهادات الحرارية المتولدة نتيجة الكبح.

www.alkottob.com



شكل – ١١٨ القوى المؤثرة على العجل A قوى الحمل الراسي B قوى الفرامل C قوى التعجيل



شكل – ١١٩ يوضح قوى المنحنيات على العجل

وظيفة العجلة

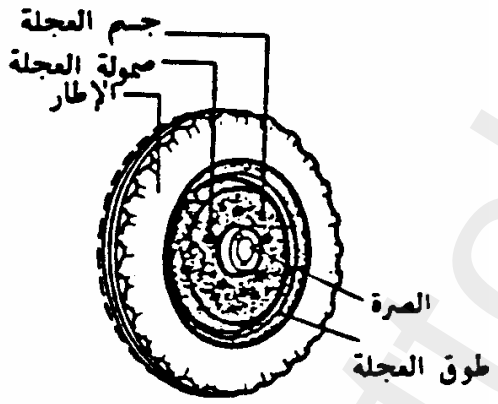
تحمل العجل الإطارات وبذلك تحمل الأحمال الراسية والجانبية وقوة الدفع والفرامل ومختلف القوى الأخرى التي تسلط عليها. ويجب أن يكون العجل خفيفاً ، وذو اتزان جيد عند السرعات العالية ويجب أن تحافظ على عدم خروج الإطار منه ، يثبت العجل عن طريق الصرة في المحور.

www.alkottob.com

تركيب العجلة (الجنط)

تتركب العجلة من عدة أجزاء كما هو موضح في شكل – ١٢٠ وتتكون من الآتي:

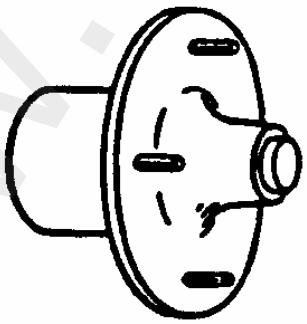
- صرة العجلة الخاصة بمحمل دوران العجل.
- جسم العجلة الذي يربط الصرة مع طوق العجلة .
- طوق العجلة الذي يستخدم لتثبيت الإطار حوله .



شكل – ١٢٠ تركيب العجلة

صرة العجلة

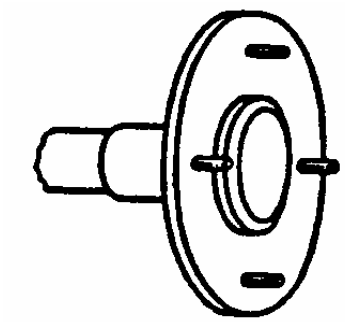
تختلف صرة العجلة باختلاف مجال استخدام المركبة. صرة ذات شفة تستخدم في سيارات الركوب في العجلات الأمامية تحمل الصرة على مرتكز المحور الأبتر (البنز الرئيسي للمحور الأمامي). وتثبت دارة الفرامل مع جسم العجلة باستخدام صواميل العجلة أو مسامير ذات الكتف المخروطي أو الكروي لضمان مركزة العجلة كما هو موضح في شكل – ١٢١.



شكل – ١٢١ صرة ذات شفة تستخدم في سيارات الركوب

www.alkottob.com

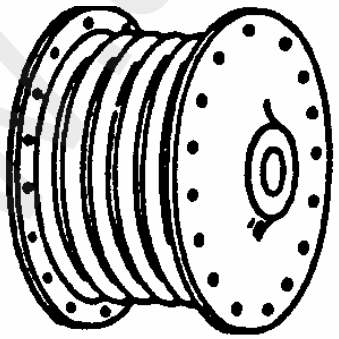
شكل – ١٢٢ يوضح الصرة المستخدمة في العجلة الخلفية لسيارات ركوب الأشخاص. وفيها يزود عمود الإدارة في نهايته بشفة يثبت عليها كل من الفرامل وجسم العجلة تثبيتا مركزيا.



شكل – ١٢٢ الصرة المستخدمة في العجلة الخلفية لسيارات ركوب

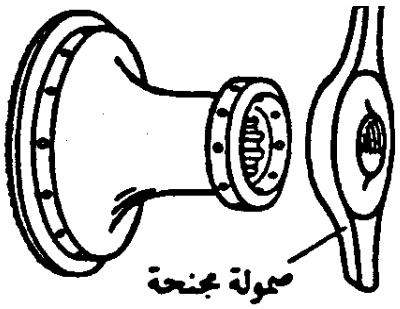
شكل – ١٢٣ يوضح صرة عجلة دراجة نارية يتصل سطح الاسطوانة الداخلي بالصرة المصنوعة من المعدن الخفيف اتصالا داخليا ، وتحمل الصرة زعانف تبريد تساعد على تبديد الحرارة الناتجة عن الفرامل.

شكل – ١٢٤ يوضح الصرة المسننة لسيارة السباق يعشق التسنين الداخلي الموجود في الصرة مع تسنين خارجي مماثل في عمود الإدارة وتتم المركزة بواسطة كتف مخروطي واقع في الخارج ، وتثبت العجلة بصمولة مجنحة لها ربط مقابل، تتصل الصرة في هذا النظام بالطوق بواسطة أسلاك شعاعية.



شكل – ١٢٣ صرة عجلة دراجة نارية

www.alkottob.com

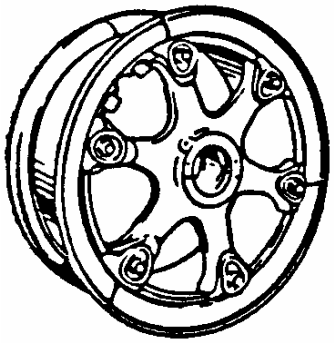


شكل – ١٢٤ الصرة المسننة لسيارة السباق

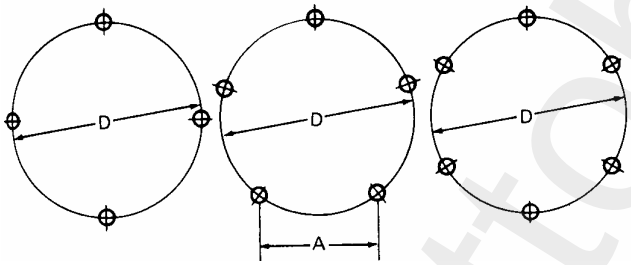
جسم العجلة

يوجد أنواع عدة لجسم العجلة الذي يربط الصرة مع الطوق للعجلة ، عجلة قرصية أو عجلة ذات قرص مصمت أو عجلة ذو قرص ذات مشقوق أو عجلة ذو قرص ذات ثقوب ، عجلات ذات أسلاك شعاعية ، عجلات ذات قضبان شعاعية برامق مصبوبة كجزء واحد. يصنع القرص مسلوبا للشفة وليتناسب مع القوى المؤثرة عليه ويبين شكل – ١٢٥ نوعا من هذه العجلات كما تصنع في بعض الشركات الكبيرة المنتجة للسيارات وتركب العجلة على السرة وتربط بها بواسطة مسامير تتراوح بين ٤ أو ٨ كما في شكل – ١٢٦ ، وقد يكون عدد المسامير زوجيا أو فرديا ولم يكن من المستحب ربط القرص ربطا مثبتا إلى السرة أو تركيبها مباشرة على المسامير لذلك عمل لها صواميل من البرنز تنتهي بجزء كروي يرتكز علية جزء من القرص مثقوب. وللثقب شفة كروية أيضا وكل القوى المؤثرة على العجل تقع على الصامولة والشفة الثقب المرة تعمل على عدم فكها. كما يوجد صامولة قلاووظ يساري وقلاووظ يمين حتى يساعد دوران العجلة على ربط الصامولة فلا تفك أثناء السير من الاهتزازات في هذا الشكل العجلة ذات قضبان شعاعية من الفولاذ خاصة بشاحنة ، وتتميز بارتباط الصرة مع جسم العجلة، وهو التصميم الشائع ويوجد فوق القضبان الشعاعية طوق العجلة. شكل – ١٢٧ يوضح نموذج لعجلة قرصية ذات ثقوب وتستخدم بكثرة في السيارات.

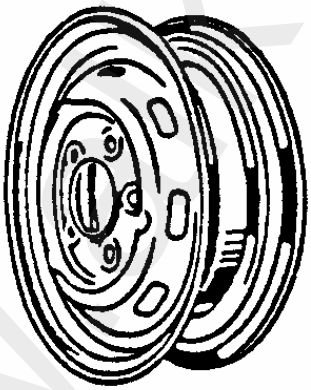
www.alkottob.com



شكل – ١٢٥ عجلة ذات قضبان شعاعية (برامق)



شكل – ١٢٦ عدد مسامير تثبيت العجلة

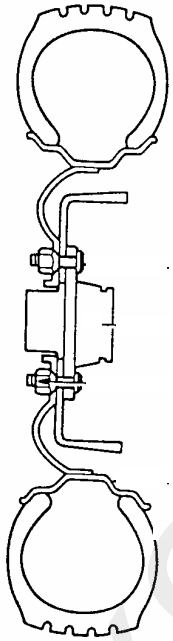


شكل – ١٢٧ عجلة قرصية ذات ثقوب

www.alkottob.com

أنواع العجلات القرصية

- عجلة مفردة القرص وهي مستعملة بكثرة كما في شكل – ١٢٨ وتستعمل في سيارات الركوب والسيارات النقل على المحور الأمامي. شكل – ١٢٩ يوضح أنواعاً مختلفة من قرص العجل المستخدمة في السيارات.

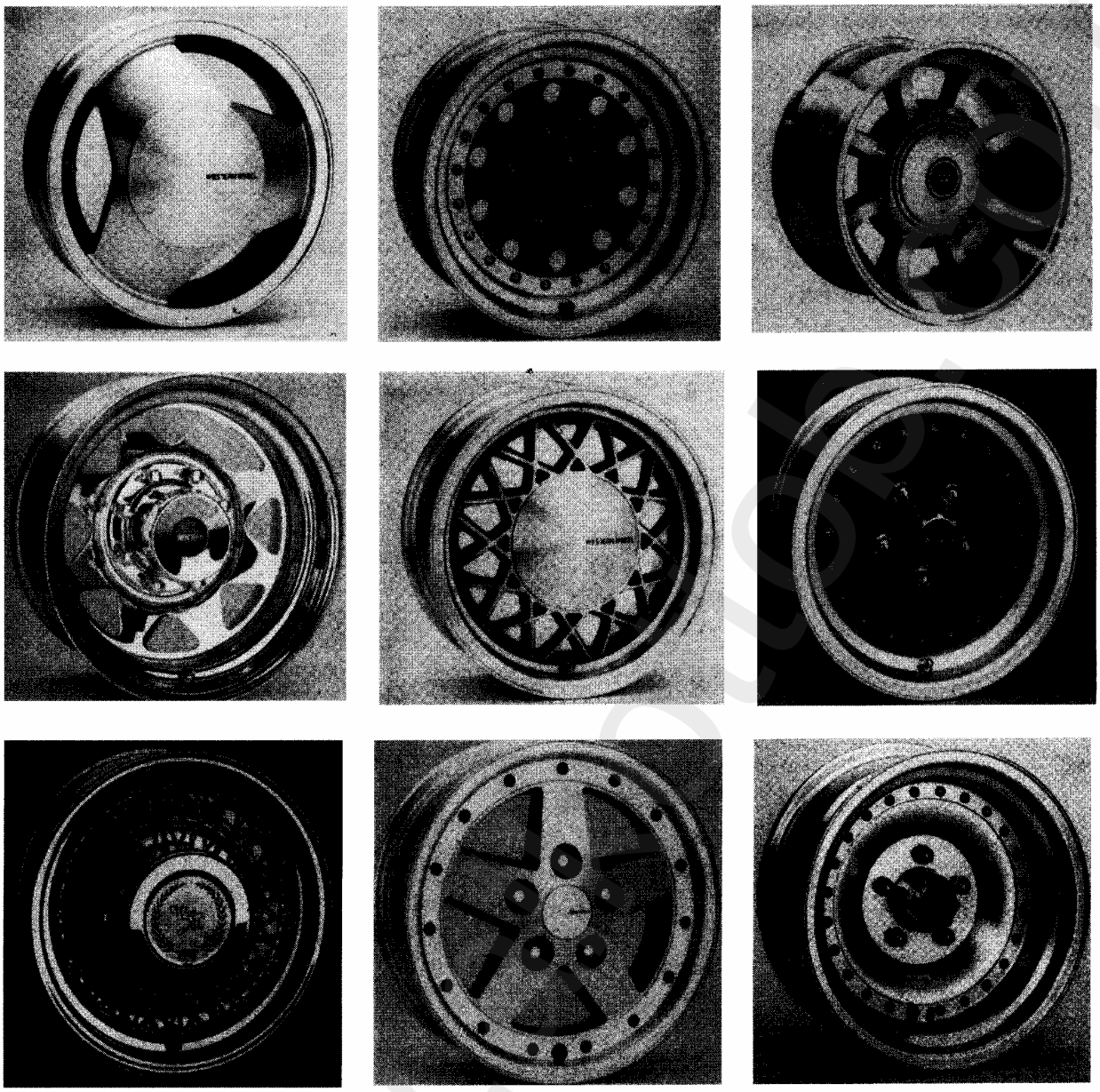


شكل - ١٢٨ يوضح الإطار والعجلة

- عجلة مزدوجة الطوق بقرص واحد كما في شكل – ١٣٠ وتستخدم في المحور الخلفي للسيارات النقل أو الشاحنات.

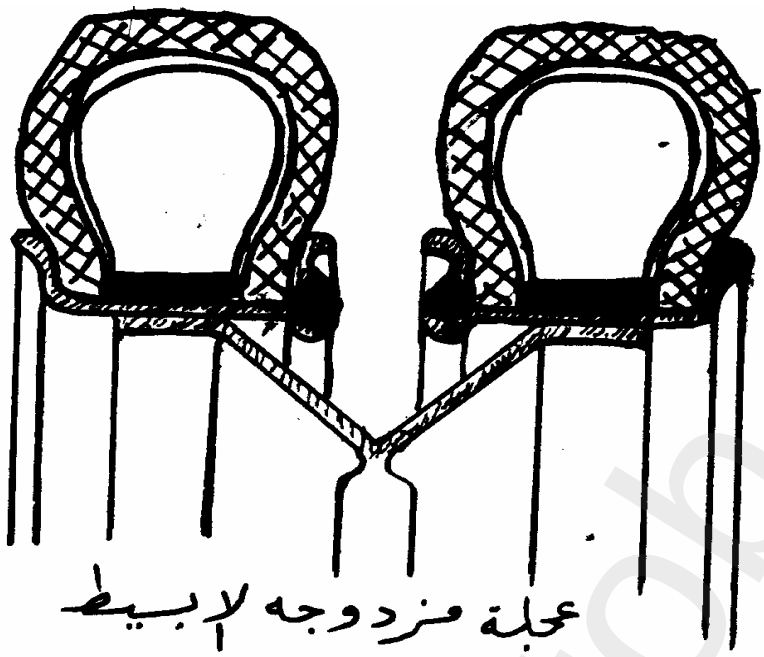
- عجلات ذات البرمق (عجل الأسلاك) ، ويعتبر عجلات ذات البرمق (عجل الأسلاك) أخف من أي نوع أخر ولكنها ليست شائعة الاستعمال لارتفاع ثمنها وصعوبة تنظيفها لتعدد الأسلاك بها وتقارب حول السرة ، معرضة للتلف أكثر من غيرها ، تمتاز بأنها أكثر مرونة من الأنواع الأخرى خفيفة الوزن ملائمة أحسن على الإطارات المطاطية.

www.alkottob.com



شكل – ١٢٩ أنواع مختلفة من قرص العجل المستخدمة في السيارات.

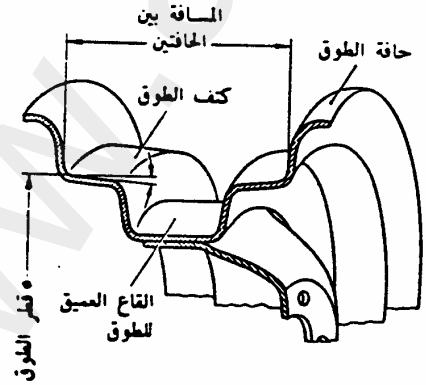
www.alkottob.com



شكل – ١٣٠ عجلة مزدوجة الطوق بقرص واحد

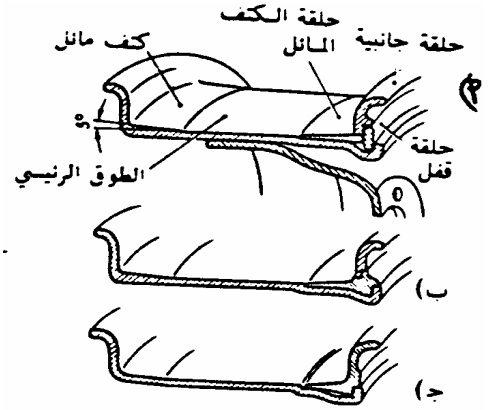
أنواع السطوح الخارجية الطوق

طوق العجلة المستخدم في تثبيت الإطار المطاطي ينقسم إلى ثلاث أنواع ، النوع الأول طوق ذو قاع عميق جزء واحد (غير مقسم ويستخدم غالبا للدرجات النارية وسيارات الركوب والشاحنات الخفيفة كما في شكل ١٣١ . النوع الثاني طوق ذو كتف مائل مقسم إلى حلقات أو أجزاء محيطية يستخدم غالبا في الشاحنات والمقطورات كما في شكل - ١٣٢ ، في هذا الشكل أ يوضح طوق مقسم إلى أربعة أجزاء ، ب طوق ثلاثي الأجزاء ، ج طوق ثنائي الأجزاء.



شكل – ١٣١ طوق عجلة ذو قاع عميق

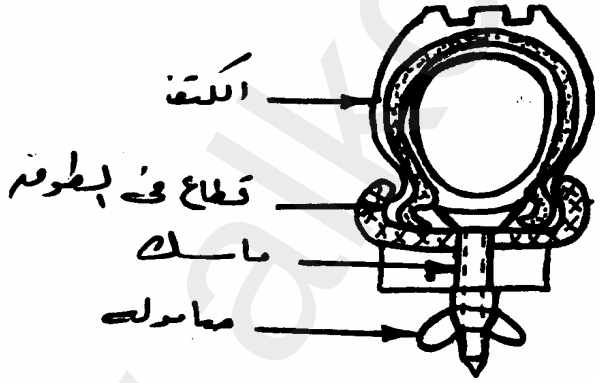
www.alkottob.com



شكل – ١٣٢ أطواق ذوات كتف مائل

الطوق السميك

شكل – ٤١ يوضح قطاعا في إطار مطاط مركب على عجلة ذات أبسيط سميك بشفتين إلى الداخل وحافة الإطار المطاط ذات مرونة كافية لتمط حين تركب فوق الطوق تبيت فيه وتنفرد تحت شفتين بعد النفخ فيحول ذلك دون انتزاع الأخطار أثناء العمل وامنعه من الزحف على الطريق أثناء الفرملة أو الدوران أو الاحتكاك مع الأرض يربط علية بماسك ومسمار وصامولة وإلا يستعمل هذا النوع ألا مع الإطارات العالية الضغط

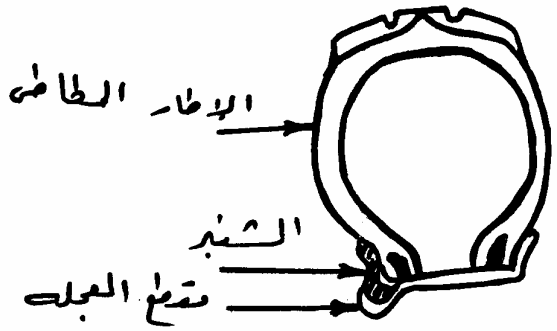


شكل – ١٣٣ قطاعا في إطار مطاط مركب على عجلة ذات أبسيط سميك بشفتين إلى الداخل

الطوق المسطح

شكل – ١٣٤ يبين قطاعا في إطار مطاطي مركب على عجلة ذات مسطح يستعمل هذا النوع من الإطارات المنخفضة الضغط وحافة الأخطار في هذه الحالة مسلحة بأسلاك من الصلب في الداخل حتى لا تمتط ولسهولة تركيبها حول الطوق المسطح ركب على إحدى جوانبه شنبر مشقوق يمكن نزعه من موضعه ليركب الإطار ثم يدخل الشنبر في مجرته فيحفظ الإطار في مجري الطوق المسطحة وعندما ينتفخ يساعد ضغطة على جوانب تعمل على حفظه في موضعه وعلى بقاء الشنبر أيضا

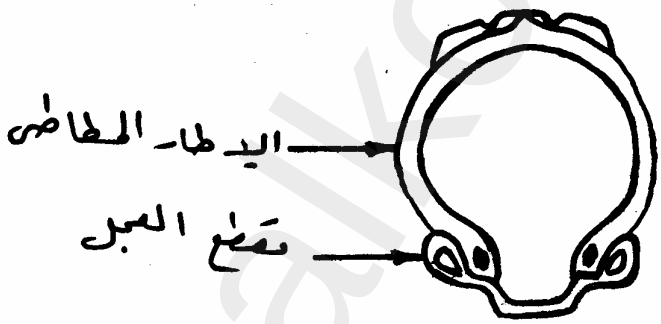
www.alkottob.com



شكل – ١٣٤ قطاعا في إطار مطاطي مركب على عجلة ذات مسطح

الطوق العميق المجري

شكل – ١٣٥ يوضح هذا النوع وهو الشائع الاستعمال وهذا الشكل يغني عن شق الطوق أو أي ترتيب خاص لتركيب الإطار لأن عمق المجرى يسمح بإنزال مسافة الإطار فيها حتى القاع فيمكن بذلك انزلاق الحافة من الناحية المقابلة مسافة الإطار فيها حتى القاع فيمكن بذلك انزلاق الحافة من الناحية المقابلة لها قطريا على الطوق بالاستعانة برافعة الإطارات وبعد النفخ تنفرد الحافة إلى الجوانب وتبقي في موضعها

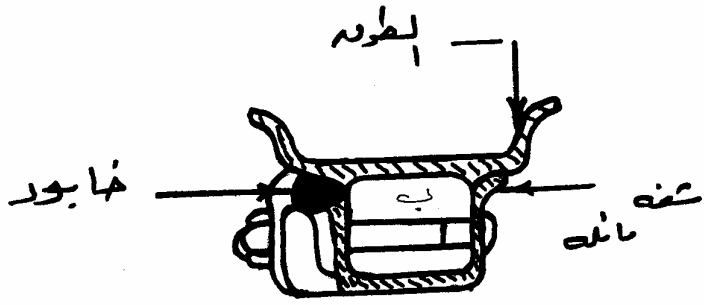


شكل –١٣٥ الطوق العميق المجري

الطوق ذو الكتف المائل

شكل – ١٣٦ يوضح هذا النوع حيث يركب الباطن مرتكزا على شفة مائلة من الداخل ويزنق من الخارج بقطعة تربط المسمار مع دائرة العجلة الأصلي

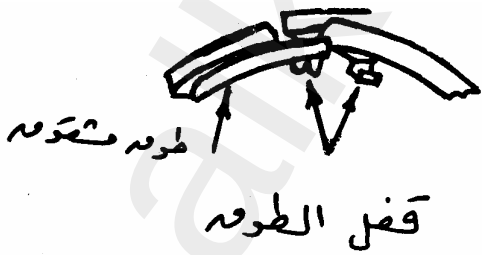
www.alkottob.com



شكل – ١٣٦ الطوق ذو الكتف المائل

الطوق المائل للفك

وهي من نوع الطوق المنفصل ويربط الطوق حول محيط العجلة بمسامير وقطع زنق لتحفظ مع دائرة العجلة حتى لا يلف عليه أثناء الدفع أو الفرملة وتسهل مهمة نزعه مع الإطار بسرعة بعد تهوية الإطارات من الهواء المضغوط فيه ولكي يمكن إخراج الإطار من الطوق بعد فكه من العجلة لابد أن يكون الطوق مشقوقا حتى يضم طرفيه فيضيق قطره ويسهل إخراج الإطار من حوله كذلك بعد القفل عند الشق حتى يمنع من الفتح بعد تركيب الإطار علية وشكل – ١٣٧ يوضح طوقا مفصلا مشقوقا ذا قفل

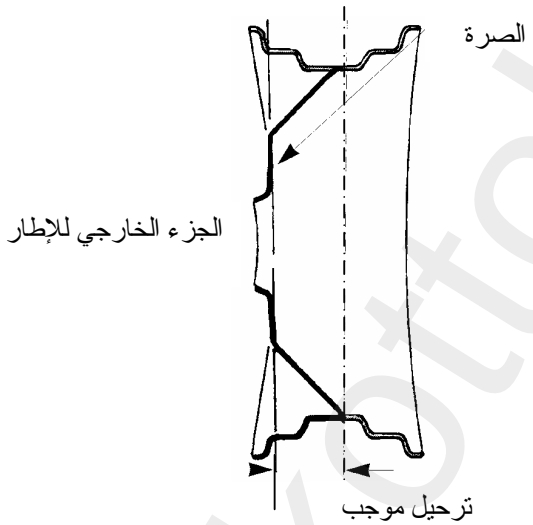


شكل – ١٣٧ الطوق المائل للفك

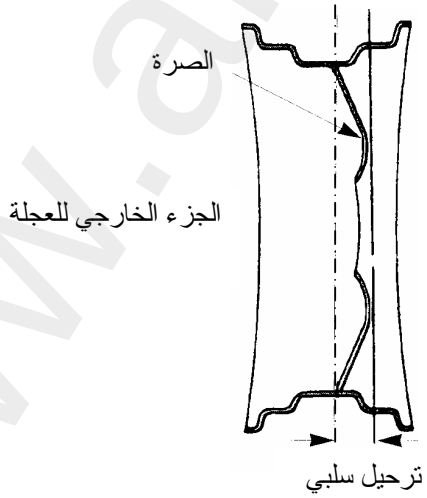
www.alkottob.com

ترحيل العجل Wheel offset

ترحيل العجل بمعنى تحريك صرة العجلة من مركز العجلة إلى الخارج أو الداخل . شكل – ١٣٨ يوضح شكل الترحيل الموجب للعجل وفي هذا الشكل تم ترحيل الصرة إلى الخارج وينتج عنها زيادة المسافة بين العجلات الأمامية ويخرج الإطار إلى الخارج. . شكل – ١٣٩ يوضح شكل الترحيل السلبي للعجل وفي هذا الشكل تم ترحيل الصرة إلى الداخل وينتج عنها نقصان في المسافة بين العجلات الأمامية ويدخل الإطار إلى الداخل. شكل – ١٤٠ يوضح عدم وجود ترحيل للعجل أي أن مركز الصرة يقع على مركز الصرة.

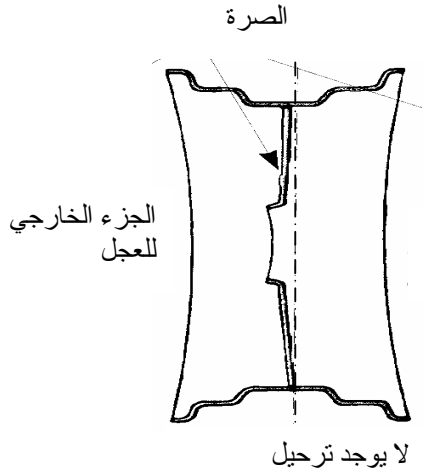


شكل – ١٣٨ ترحيل موجب للعجل



شكل – ١٣٩ ترحيل سالب للعجل

www.alkottob.com



شكل – ١٤٠ لا يوجد ترحيل للعجل

تحميل العجلات

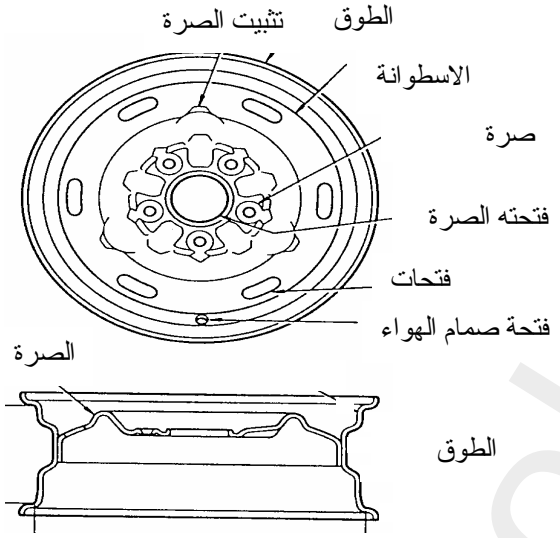
المقصود بالعجل هو الجزء المعدني والمحاط بالإطار المطاط والأحمال والجهود التي تقع عليه هي نفس الأحمال التي تقع على السيارة أو الأحمال هي:

١. ثقل السيارة.
٢. الحمل الموجود بالسيارة.
٣. القوة الطاردة المركزية الضغط الجانبي على العجلات.
٤. مقاومة الاحتكاك بين الإطار المطاطي والطريقة وغيرها.

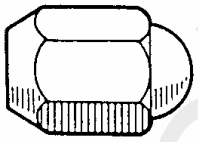
مقاسات العجل أو الجنط

شكل – ١٤١ يوضح العجل الصلبة ومكوناتها. العجل يثبت في مسامير الهوب على الصرة المحور بواسطة صواميل العجل . يستخدم نوعان من صواميل العجل : واحدة للاستعمال على العجلات الفولاذية والتي لها قواعد صواميل عجل مخروطية كما في شكل –١٤٢ والأخرى مصممة للاستخدام خاصة على عجلات من خليط معدني خفيف والذي له قواعد صامولة عجل مسطحة كما في شكل - ١٤٣. لابد من ربط المسامير بالعزم المطلوب كما في شكل – ١٤٤ الذي يوضح ربط مسامير تثبيت العجل. يمكن استخدام وردة أسفل مسمار تثبيت العجل للربط بالعزم المطلوب كما في شكل – ١٤٥. لكل عجل مقاس خاص به ومقاسات العجل يدل عليها رقمان فمثلا لو قيل عجلة مقاس (١٠X٣,٥) فمعنى ذلك أن عرض العجل هو ٣,٥ بوصة وقطر العجل ١٠ بوصة عند طرفي الطوق (الطوق).

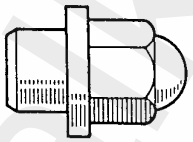
www.alkottob.com



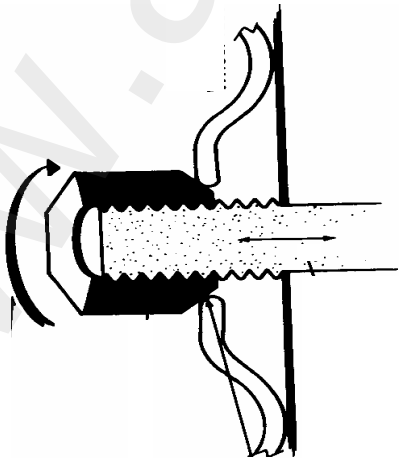
شكل – ١٤١ العجلة الصلبة ومكوناتها



شكل – ١٤٢ قواعد صواميل عجل مخروطية

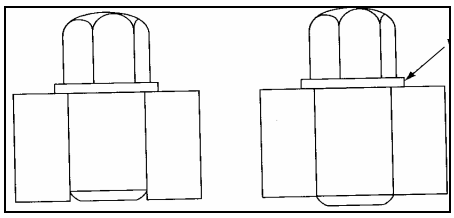


شكل – ١٤٣ قواعد صامولة عجل مسطحة



شكل – ١٤٤ تثبيت العجلة يا لمسامير بالعزم المطلوب

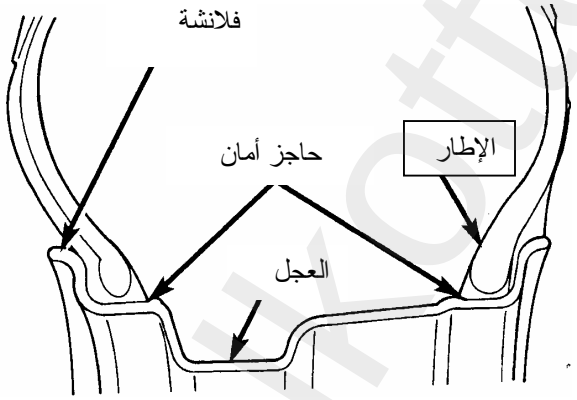
www.alkottob.com



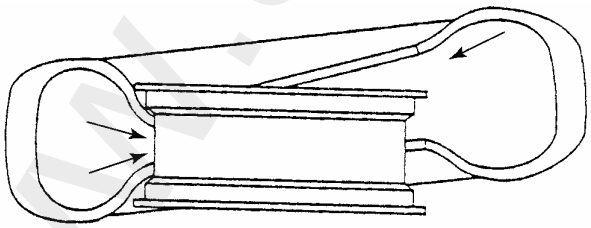
شكل – ١٤٥ يوضح كيفية وضع وردة لمسمار تثبيت العجلة

فلانشة العجلة

شكل – ١٤٦ يوضح تثبيت الإطار على العجل يوجد على طرف العجل فلانشة تحكم الإطار حتى لا يترك العجلة كما هو في شكل – ١٤٧. شكل – ١٤٨ وشكل – ١٤٩ يوضح الوضع الصحيح وغير الصحيح لفلانشة العجل.

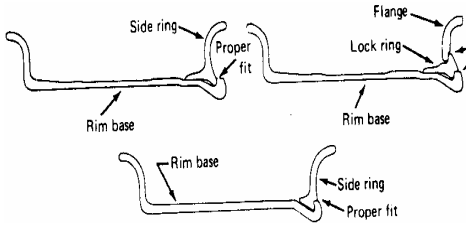


شكل – ١٤٦ تثبيت الإطار مع العجل

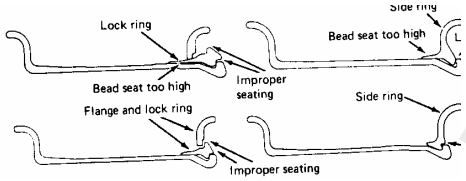


شكل – ١٤٧ يلاحظ ترك الإطار العجل بسبب عيب في فلانشة العجل

www.alkottob.com



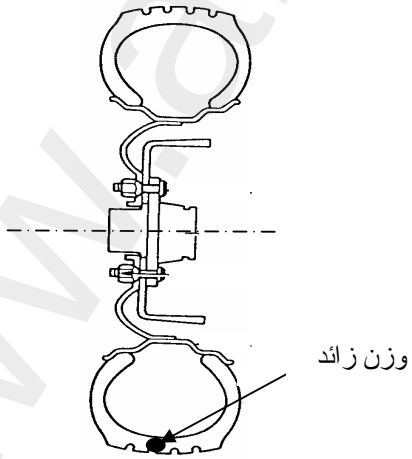
شكل – ١٤٨ يوضح وضع صحيح لفلانشة العجل



شكل – ١٤٩ يوضح وضح غير صحيح لفلانشة العجل

الاتزان الاستاتيكي للعجل

عدم الاتزان الاستاتيكي للعجلة ، هو عدم اتزان العجلة في الوضع الساكن ويمكن تعريفه بشكل آخر عند دوران جسم غير منتظم على عمود كما هو موضح بالشكل – ١٥٠ مع وجود وزن زائد على الجسم فإن العجلة تقف دائما حيث الوزن الزائد يكون متجها إلى أسفل هذا بالضبط ما يحدث في حالة عدم الاتزان الاستاتيكي للعجل ، عند دوران العجل وبه وزن غير متزن فإن هذا الوزن يولد قوة طرد مركزية قيمته تعتمد على الوزن الزائد ونصف القطر ومربع سرعة العجلة. هذه القوة تسبب اهتزاز العجلة والسيارة معا مما يسبب عدم راحة الراكب. لمعالجة عدم الاتزان الاستاتيكي لابد من وضع كتلة مساوية لنفس المقدار وعلى زاوية ١٨٠ درجة مقابلة للوزن الغير متزن كما في شكل –١٥١.

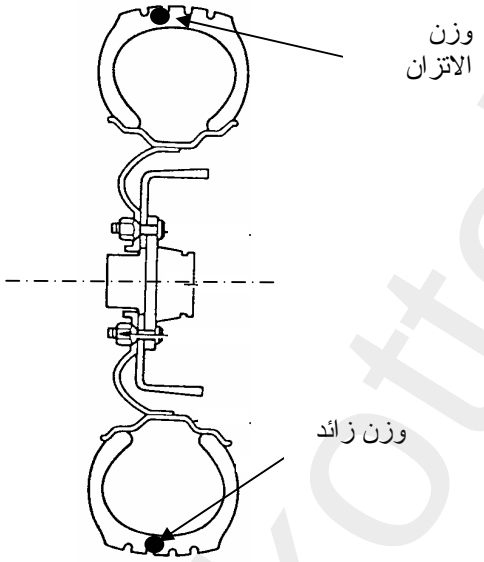


شكل – ١٥٠ يوضح وجود وزن زائد على الإطار يسبب عد الاتزان الاستاتيكي

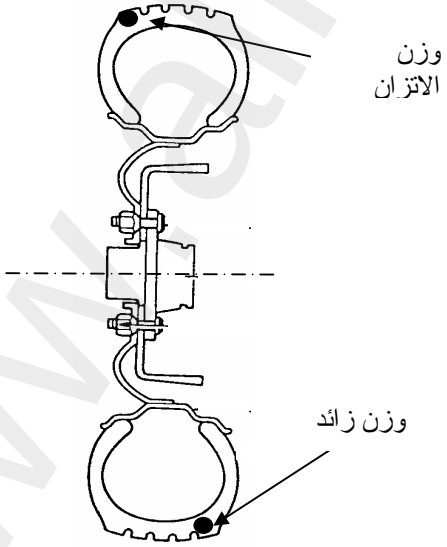
www.alkottob.com

الاتزان الديناميكي للعجل

يمكن أن يكون الجسم متزناً استاتيكياً ولكن غير متزن ديناميكي بمعنى إذا كان الجسم به وزن زائد في أحد طرفية ووضعنا نفس الوزن في الطرف الآخر على نفس المسافة فإن هذا الجسم متزن استاتيكي ولكن ليس شرطاً أن يكون متزناً ديناميكياً كما في شكل – ١٥٢. ويرجع السبب في عدم الاتزان الديناميكي أن الوزن الأول ليس في نفس مستوى الوزن الآخر. هذا يؤدي إلى حدوث اهتزاز لجسم عند دورانه بسرعة عالية.



شكل – ١٥١ وضع وزن لعمل اتزان الاستاتيكي للعجل



شكل – ١٥٢ العجلة متزنة استاتيكي ولكن غير متزنة ديناميكية

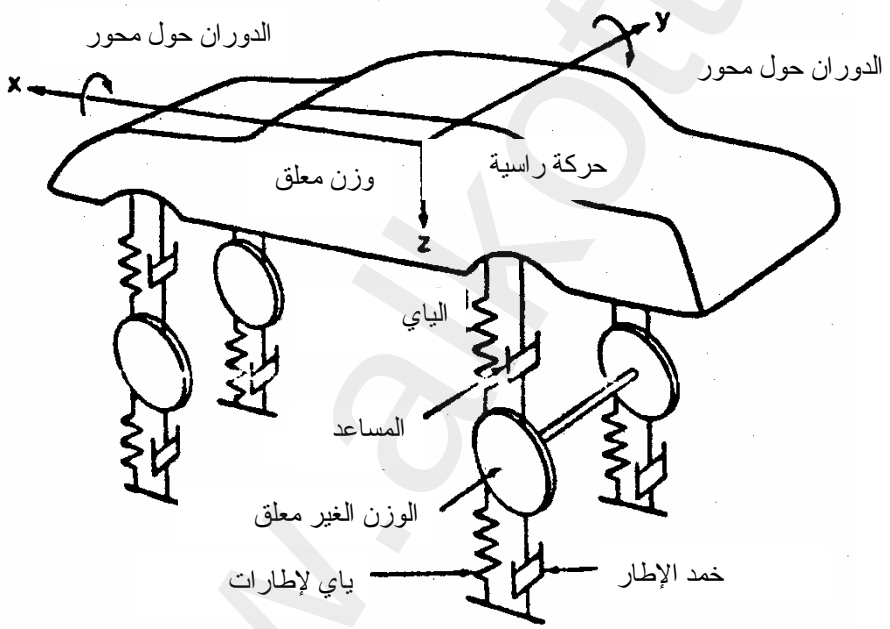
www.alkottob.com

الفصل الثالث

ماص الصدمات والياءات

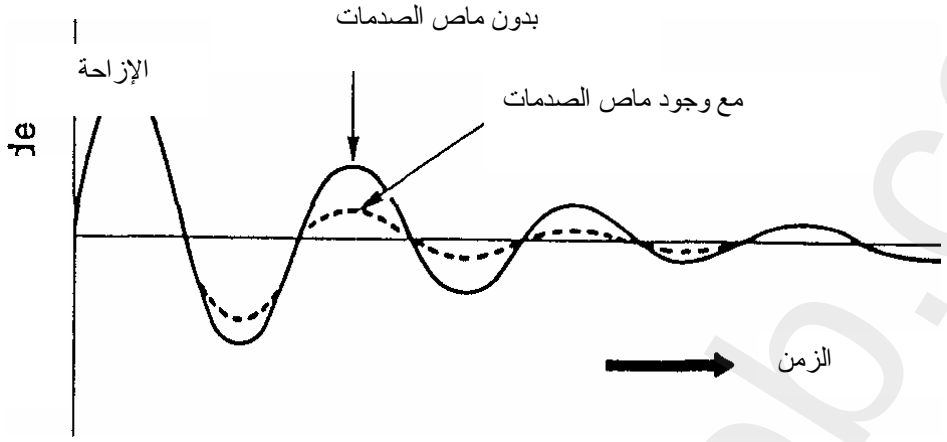
وظيفة ماص الصدمات

عندما تتعرض السيارة إلى صدمة نتيجة تداخل الإطار مع سطح الأرض فإن ياءات التعليق تنكمش وتتمدد لتمتص هذه الصدمات. الياءات لها خاصية الاستمرار في التذبذب وغالبا يأخذ زمناً طويلاً للتوقف من التذبذب فإن راحة الراكب تكون ضعيفة إلا إذا استعملت بعض الوسائل لإخماد هذه الذبذبة. هذا هو عمل ماص الصدمات. يعمل ماص الصدمات على إخماد الذبذبات وتتحسن راحة الركوب للسيارة وزيادة قدرة العجل التلامس مع الأرض ويحسن ثبات التوجيه. شكل – ١٥٣ يوضح نموذجاً كاملاً لسيارة وكيفية وضع نظام التعليق بين الوزن المعلق والوزن غير المعلق وعدم استواء سطح الطريق. شكل – ١٥٤ يوضح اهتزاز جسم السيارة بماص الصدمات وبدون ماص الصدمات يلاحظ انخفاض الذبذبة في وجود ماص الصدمات.



شكل – ١٥٣ نموذج كامل لسيارة مع نظام التعليق وعدم استواء سطح الطريق

www.alkottob.com

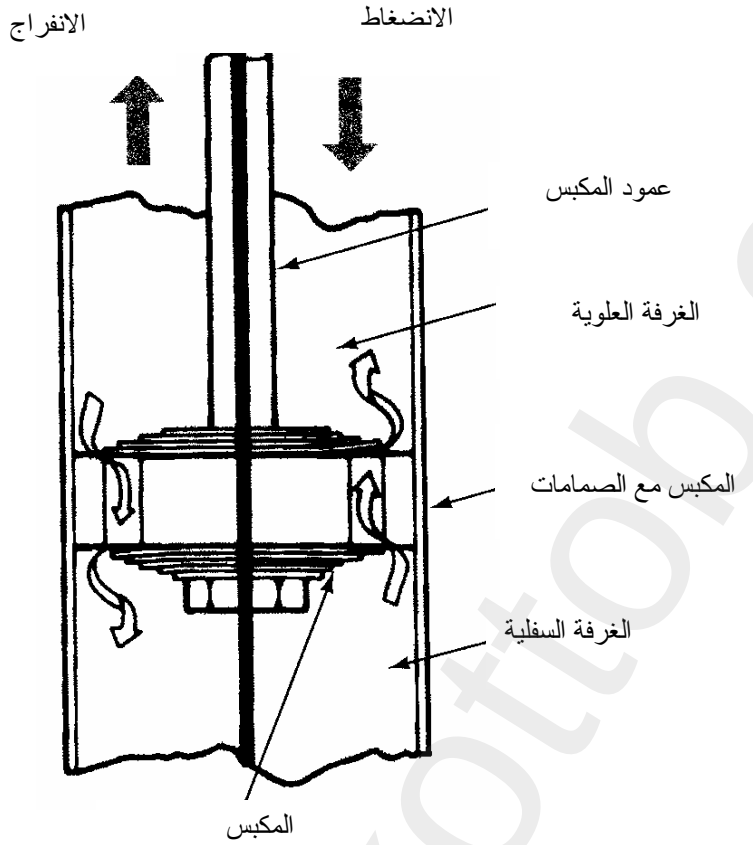


شكل – ١٥٤ اهتزاز جسم السيارة بماص الصدمات وبدون ماص الصدمات.

نظرية عمل ماص الصدمات

يستعمل ماص الصدمات في السيارات ويوضع بين ذراع التحكم السفلي والشاسية ، ويحتوي على سائل خاص يسمي سائل ماص الصدمات كوسيط للعمل. في هذا النوع من مصاص الصدمات تتولد قوة التخميد بواسطة مقاومة الانسياب التي يسببها مرور السائل عبر فتحة صغيرة نتيجة حركة المكبس. شكل – ١٥٥ يوضح عمل ماص الصدمات أثناء الانضغاط والانفراج. في وضع الانضغاط يتحرك المكبس إلى نهاية ماص الصدمات والزيت ينتقل من الغرفة السفلية إلى الغرفة العلوية عبر فتحة الصمام. ماص الصدمات أثناء الانفراج يتحرك المكبس إلى نهاية الأخرى لماص الصدمات والزيت ينتقل من الغرفة العلوية إلى الغرفة السفلية عبر فتحة الصمام.

www.alkottob.com



شكل – ١٥٥ يوضح عمل ماص الصدمات أثناء الانضغاط والانفراج

قوة التخميد لماص الصدمات

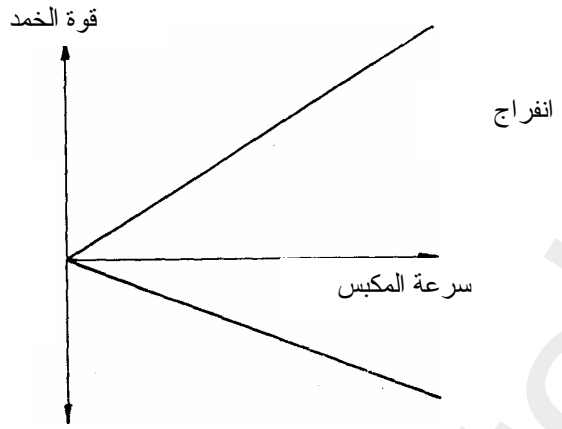
شكل – ١٥٦ يوضح قطاع داخلي في ماص الصدمات ، كلما ذادت قوة التخميد كلما أسرع إخماد تذبذب الجسم ، ولكن الصدمات من أثر الإخماد أيضا تصبح أكبر مع ازدياد قوة الإخماد. قوة التخميد تعتمد على سرعة المكبس تتغير تبعا لها. هناك عدة أنواع من مصاص الصدمات والتي تختلف اعتمادا على تغيرات قوة التخميد كما يلي:

www.alkottob.com

شكل – ١٥٦ قطاع في ماص الصدمات

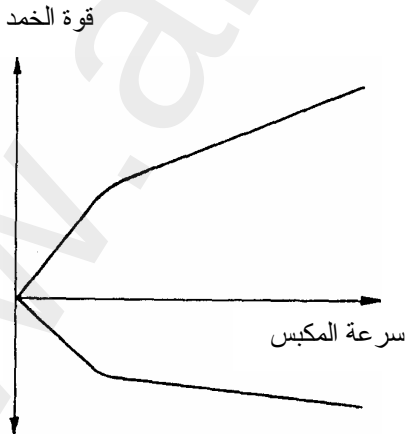
www.alkottob.com

١. ماص الصدمات الذي تتناسب قوة التخميد مع سرعة المكبس تمثل معادلة خط مستقيم كما في شكل – ١٥٧ اختلاف قوة التخميد في الانفراج عنها مع الانضغاط. يستعمل في معظم السيارات.



شكل – ١٥٧ اختلاف قوة التخميد في الانفراج عنها مع الانضغاط

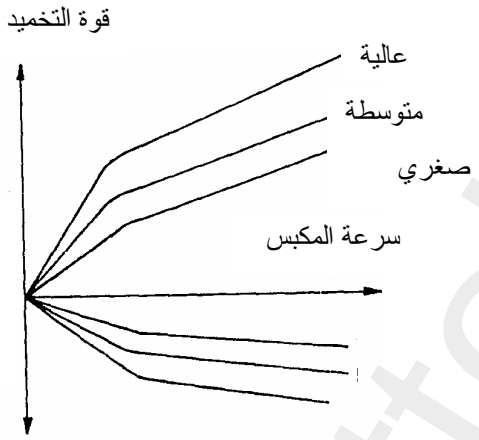
٢. ماص الصدمات ذو مستويين لقوة التخميد كما في شكل – ١٥٨ وفيه قوة التخميد لها مستويان حسب سرعة المكبس ، المستوى الأول قوة التخميد مع السرعة الصغيرة للمكبس ، والمستوى الثاني قوة التخميد مع السرعة العالية للمكبس. يستعمل في معظم السيارات.



شكل – ١٥٨ ماص الصدمات ذو مستويين لقوة التخميد

www.alkottob.com

٣. ماص الصدمات (switchable damper) المتغير ذو القيم الثلاث لقوة الخامد مع سرعة السيارة ويسمي التعليق الفعال حيث إنة يمكن تغير قيمة قوة الخمد لماص الصدمات على حسب سطح الطريق. وشكل – ١٥٩ يوضح قوة الخمد لماص الصدمات ذو ثلاث قيم ، القيمة العالية والمتوسطة والصغري. يستعمل في السيارات الحديثة التي يستخدم بها الحاسب في التحكم في نظام التعليق.



شكل – ١٥٩ ماص الصدمات (switchable damper) المتغير ذو ثلاث قيم لقوة الخامد

أنواع ماص الصدمات

يمكن تصنيف ماص الصدمات تبعا ما يلي :

١. **تصنيف بالعمل** : نوع أحادي العمل ، نوع متعدد العمل.

٢. **تصنيف بالبنية** : نوع مزدوج الأنبوبة ، نوع أحادي الأنبوبة.

٣. **تصنيف بوسيط العمل** : نوع يستخدم سائل الهيدروليكي ، نوع يستخدم الغاز.

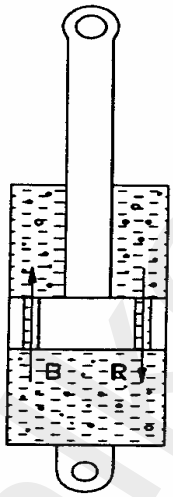
في السيارات الحديثة يستعمل ماص الصدمات ذو أنبوبة واحدة أو مزدوجة الأنبوبة في التركيب وهي من النوع متعدد العمل. وفي الموديلات الحالية يستخدم ماص الصدمات المعبأة بالغاز.

تركيب ماص الصدمات

١. **نوع الأنبوبة الواحدة** : شكل – ١٦٠ يوضح ماص الصدمات ذا الأنبوبة الواحدة ومعبأة بالزيت يعمل على انتقال الزيت من غرفة إلى أخرى عبر صمام واحد النضغاط والأخر للانفراج. يتكون من اسطوانة داخلها مكبس به صمام ذو اتجاه واحد يعمل عند الضغط وصمام آخر ذو اتجاه واحد يعمل أثناء الانفراج. من أهم مميزاته انه جيد في التخلص من الحرارة بالإشعاع لأنه معرض مباشرة للهواء. أثناء شوط الانضغاط يتحرك عمود المكبس إلى أسفل مسببا رفع ضغط السائل في الغرفة السفلى ليصبح

www.alkottob.com

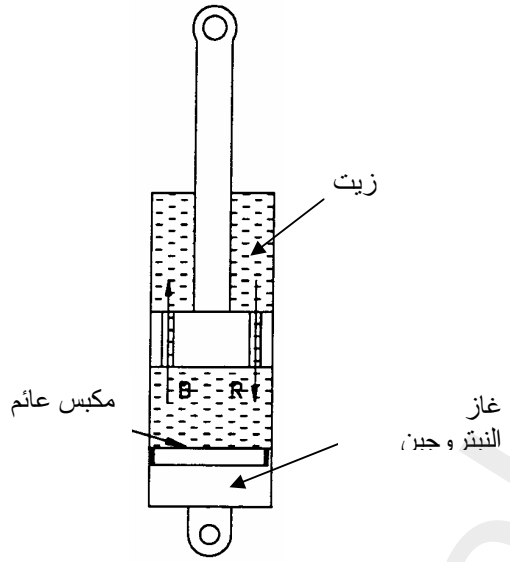
اكثر من الضغط في الغرفة العليا. لذلك ، السائل في الغرفة السفلي سيجبر لدخول الغرفة العليا عبر صمام المكبس. في هذا الوقت تتولد قوة الامتصاص بواسطة مقاومة الصمام للانسياب. الضغط العالي للغاز يسلط ضغط عالي على السائل في الغرفة السفلى، وبذلك يدفعه بالانسياب بسرعة وبسهولة إلى الغرفة العليا أثناء شوط الانضغاط ، ذلك يضمن قوة امتصاص متوازنة. أثناء شوط التمدد (الانفراج) يتحرك عمود المكبس إلى اعلي جاعلا ضغط السائل في الغرفة العليا اعلي من نظيره في الغرفة السفلي. لذلك فان السائل في الغرفة العليا يجبر على الحركة إلى الغرفة السفلى عبر صمام المكبس ، والمقاومة المتولدة بواسطة الصمام تعمل كقوة امتصاص . بما أن العمود تحرك للأعلى ، جزء منه يتحرك خارج الاسطوانة ، ولذلك حجم السائل الذي يعوضه يقل. للتعويض عن ذلك فان المكبس الحر يندفع للأعلى (بواسطة الضغطاً العالياً للغاز تحته) بمقدار يساوي ذلك الحجم.



شكل – ١٦٠ يوضح ماص الصدمات ذا الأنبوبة الواحدة

٢. **ماص الصدمات ذو الأنبوبة الواحدة والمكبس العائم** : ماص الصدمات ذا الأنبوبة واحدة يتكون من أنبوبة واحدة بداخلها مكبس به صمامات تعمل أثناء الضغط والانفراج يعبا بالزيت ويوجد مكبس آخر اسفل الأنبوبة بمكبس عائم تحته غاز والذي يشحن بضغط عال من غاز النيتروجين الخامل بحوالي ٢٠ إلى ٣٠ كجم/سم^{٢} كما في شكل – ١٦١. يشحن أحد أطراف الأنبوبة بغاز ضغط عال وقد قفل تماما من السائل بواسطة المكبس الحر. هذا يضمن أن التجويف والتهوية لن يحدثا أثناء العمل وبذلك يتم امتصاص أكثر اتزانا. درجة الصوت أثناء العمل تقل بدرجة كبيرة. الطول الكلي لماص الصدمات اكبر من المصاص التقليدي بسبب أن مخزن الغاز في غرفة منفصلة.

www.alkottob.com

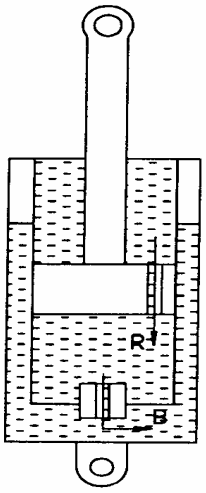


شكل – ١٦١ ماص الصدمات ذو الأنبوبة الواحد والمكبس العائم

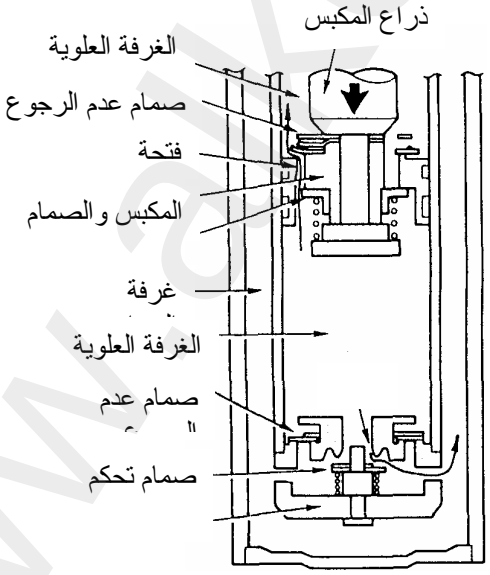
٣. **نوع مزدوج الأنبوبة** : شكل – ١٦٢ يوضح ماص الصدمات مزدوج الأنبوبة ، داخل غشاء ماص الصدمات الأنبوبة الخارجية توجد اسطوانة أو أنبوبة الضغط ، وداخلها يوجد مكبس يتحرك لأعلى وأسفل في قاعدة عمود المكبس يركب صمام مكبس ليولد قوة الامتصاص عندما يتمدد ماص الصدمات أثناء الارتداد. في قاع الاسطوانة يوجد صمام القاعدة والذي يولد قوى الامتصاص أثناء أنضغاط مصاص الصدمات أثناء الانضغاط. داخل الاسطوانة مليء بسائل الامتصاص (الزيت) ولكن بنسبة ٣/٢ فقط من غرفة التخزين مليئة بالسائل والباقي مليء بالهواء عند ضغط الهواء الجوي. الخزان يستخدم كمخزن لتخزين السائل الداخل والخارج من الاسطوانة. أثناء الانضغاط : سرعة حركة عمود المكبس عالية يتحرك المكبس إلى أسفل ، يصبح الضغط في الغرفة الداخلية تحت المكبس عالياً. السائل يدفع ويفتح صمام عدم الرجوع الخاص بصمام المكبس ، وعمليا بدون مقاومة ينساب السائل في الغرفة العلوية . في نفس الوقت ، كمية سائل مساوية في الحجم لحجم السائل المزاح بواسطة عمود المكبس أثناء اندفاعه داخل الاسطوانة ، تجبر للمرور عبر صمام ريشي في صمام القاعدة وينساب إلى غرفة التخزين. في هذا الوقت يتم توليد قوة الامتصاص بواسطة مقاومة الانسياب. شكل – ١٦٣ يوضح صمام المكبس وصمام القاعدة. سرعة حركة عمود المكبس بطيئة ، إذا كانت سرعة عمود المكبس بطيئة جدا فإن صمام عدم الرجوع الخاص بصمام المكبس والصمام الريشي في صمام القاعدة سوف يظلان مقفولين لأن الضغط في الغرفة السفلى منخفض. على كل ،

www.alkottob.com

وبما أن هناك فتحات في كل من صمام المكبس وصمام القاعدة فإن السائل من الغرفة السفلي ينساب عبرهما إلى الغرفة العلوية والي غرفة التخزين ، وبذلك تتولد قوة امتصاص ضعيفة جدا.



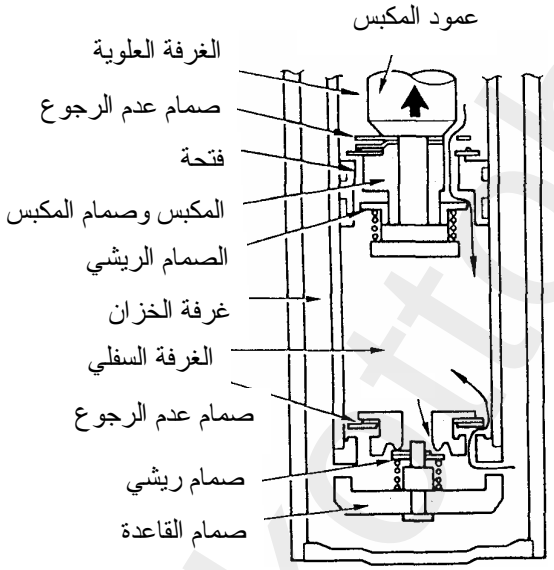
شكل – ١٦٢ ماص الصدمات مزدوج الأنبوبة



شكل – ١٦٣ ماص الصدمات مزدوج الأنبوبة أثناء الانضغاط

www.alkottob.com

أثناء الارتداد : إذا كانت سرعة عمود المكبس عالية ، يتحرك عمود المكبس للأعلى ، يصبح الضغط في الغرفة العليا أعلى المكبس عالياً والسائل في الغرفة العلوية يفتح الصمام الريشي في صمام المكبس وينساب داخل الغرفة السفلي. في هذا الوقت مقاومة الانسياب للسائل تعمل كقوة امتصاص بما أن العمود يتحرك تجاه الأعلى ، جزء منه يتحرك خارج الاسطوانة ، وعلية ينقص حجم السائل الذي يعوضه ، للتعويض عن ذلك ، يمر السائل عبر صمام عدم الرجوع في صمام القاعدة من غرفة التخزين وينساب عمليا بدون مقاومة إلى داخل الغرفة السفلي صمام القاعدة وصمام المكبس كما في شكل - ١٦٤.



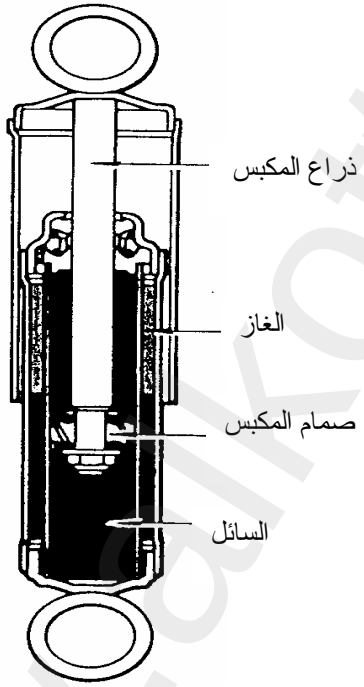
شكل – ١٦٤ ماص الصدمات أثناء الارتداد

سرعة حركة عمود المكبس بطيئة جدا أثناء الارتداد ، عندما يتحرك عمود المكبس بسرعة بطيئة جدا ، كلا الصمام الريشي في صمام المكبس وصمام عدم الرجوع في صمام القاعدة يظلان مقفولين لأن الضغط في الغرفة العلوية اعلى المكبس منخفض لذلك ، السائل في الغرفة العلوية يمر عبر الفتحات في صمام المكبس وينساب إلى الغرفة السفلية. وأيضا السائل من غرفة التخزين يمر عبر الفتحة في صمام القاعدة وينساب إلى الغرفة السفلية ، وعلية تتولد قوة امتصاص ضعيفة الذي يوضح صمام القاعدة وصمام المكبس أثناء هذه العملية.

٤. **نوع معبأ بغاز الضغط المنخفض** : مصاص الصدمات المعبأ بغاز الضغط المنخفض هو مصاص صدمات من نوع الأنبوبة المزدوجة ، وهو يعبأ جزئيا بغاز الضغط المنخفض من ١ إلى ١٥ كجم / سم ^{٢} . هذا يمنع توليد الصوت غير العادي نتيجة التجويف والتهوية اللذان يحدثان في مصاص الصدمات الذي يستعمل سائلاً فقط. تقليل ظاهرتي التجويف والتهوية يجعل من الممكن إحراز قوة امتصاص متوازية

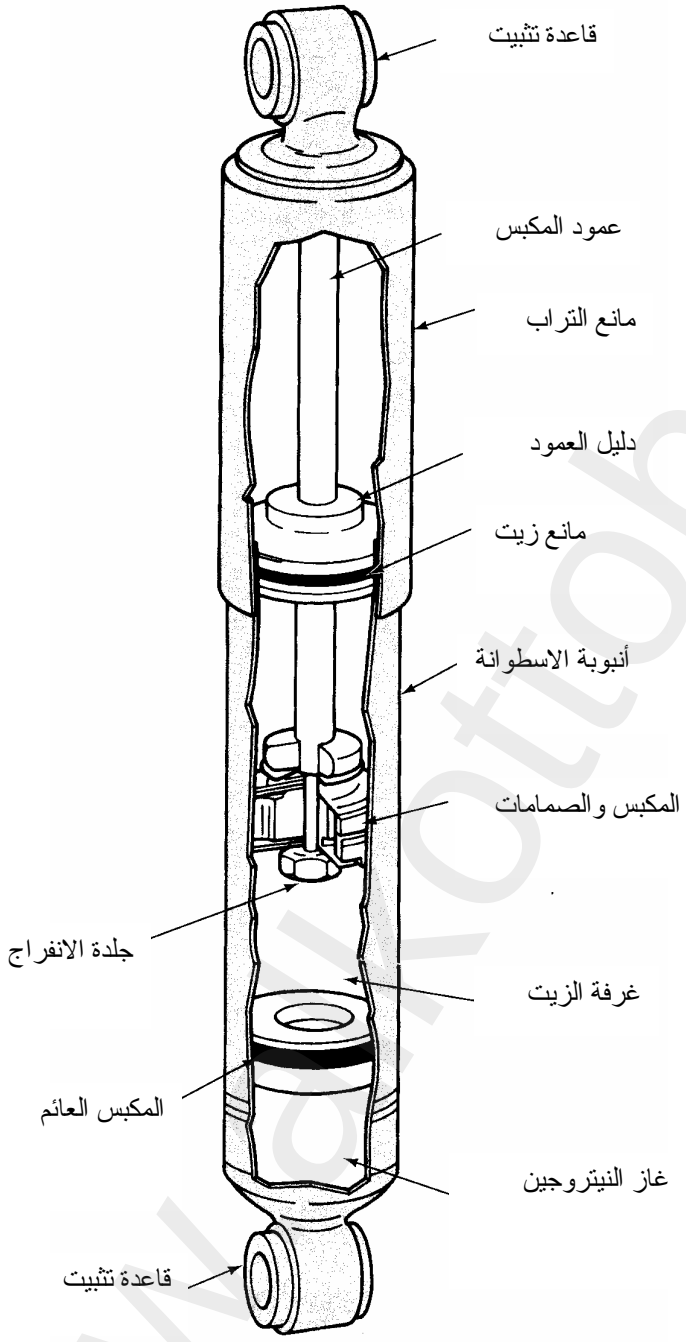
www.alkottob.com

أكبر وبذلك تتحسن راحة الراكب واتزان القيادة. ماص الصدمات المعبأ بالغاز هو في الأساس نفس ماص الصدمات الأنبوبة المزدوجة ، ولكن في بعض ماص الصدمات النوع المعبأ بالغاز ذي الضغط المنخفض فإن صمام القاعدة يحذف يتم توليد قوة الامتصاص أثناء الضغط والارتداد معا بواسطة صمام المكبس كما في شكل – ١٦٥. عندما ينساب السائل بسرعة عالية داخل ماص الصدمة ، يهبط الضغط في بعض الأماكن ، مكونا جيوباً هوائية أو فجوات تتلاشى عندما تنقل إلى مناطق الضغط العالي مما ينتج عنة ضغط تصادم كبير وذلك يولد صوتاً ويسبب تأرجحاً في الضغط ويمكن أن يتلف ماص الصدمات نفسه. التهوية ، هي اختلاط الهواء مع سائل ماص الصدمات هذا يؤدي إلى حدوث صوت ، تأرجح ضغط وفقدان ضغط. شكل – ١٦٦ يوضح قطاع في ماص الصدمات المعبأ بالغاز



شكل – ١٦٥ عمل ماص الصدمات معبأ بالغاز

www.alkottob.com

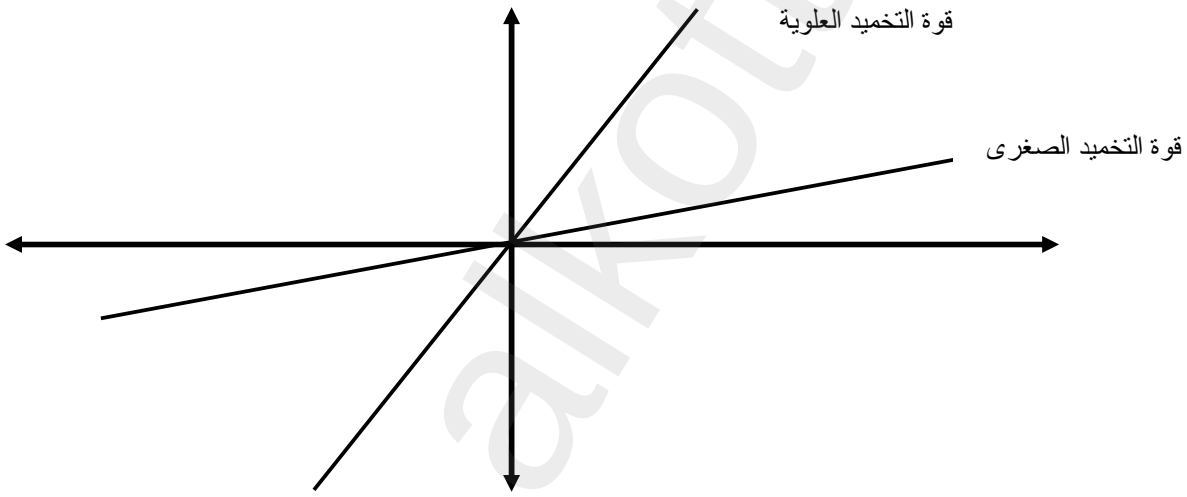


شكل – ١٦٦ قطاع في ماص الصدمات المعبأ بالغاز

٥. **ماص الصدمات متعدد معامل الخمد (switchable damper):** يوجد ثلاثة أنواع من ماص الصدمات متعدد معامل الخمد ، النوع الأول ((two-state-switchable damperماص الصدمات ذو قيمتين لمعامل الخمد قيمة صغرى وقيمة كبرى كما في شكل – ١٦٧. القيمة الصغرى لمعامل الخمد تسمى soft setting القيمة المرنة والقيمة الكبرى لمعامل الخمد تسمى hard setting القيمة

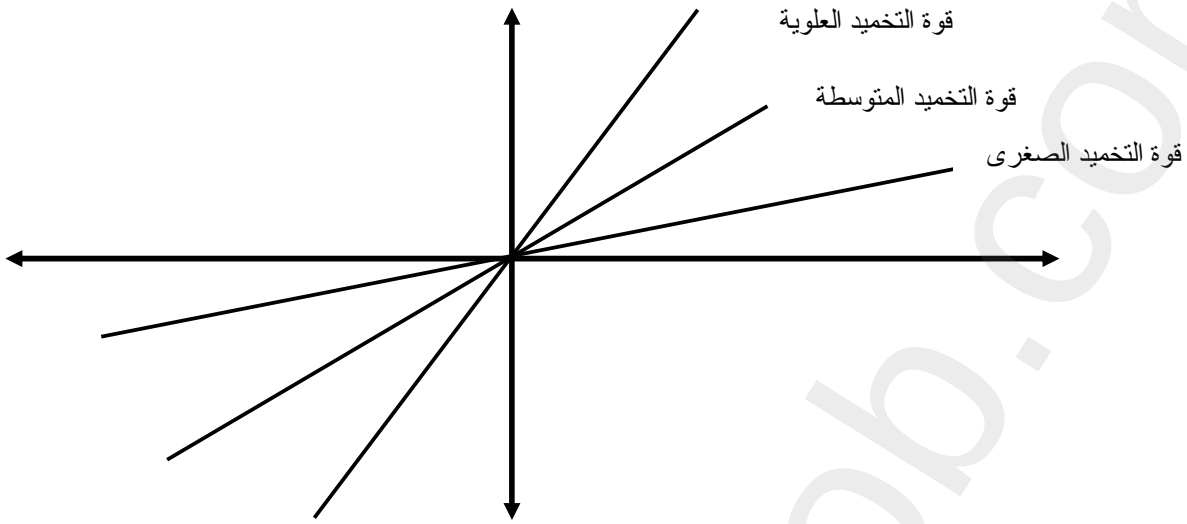
www.alkottob.com

الصلبة لمعامل الخمد. ويعمل هذا الخامد على هاتين القيمتين لمعامل الخمد ويتم التحكم في اختيار القيم يدوياً أو بالتحكم. النوع الثاني (three-state-switchable damper)ماص الصدمات ذو القيم الثلاث لمعامل الخمد قيمة صغرى وقيمة متوسطة وقيمة كبرى كما في شكل – ١٦٨. القيمة الصغرى لمعامل الخمد تسمى soft setting القيمة المرنة والقيمة المتوسطة تسمى medium setting والقيمة الكبرى لمعامل الخمد تسمي hard setting القيمة الصلبة لمعامل الخمد. ويعمل هذا الخامد على القيم الثلاث لمعامل الخمد ويتم التحكم في اختيار القيم يدوي أو بالتحكم. النوع الثالث (multi-state-switchable damper)ماص الصدمات متعدد القيم لمعامل الخمد بين القيمة الصغرى والقيمة الكبرى يمكن الحصول على عدد لانهائي من قيم معامل الخمد كما في شكل – ١٦٩. ويعمل هذا الخامد على تغير قيمة معامل الخمد على حسب نوع الطريق ويتم التحكم في اختيار القيم بالتحكم وهذا النوع يعتبر من أحدث أنواع التعليق المستخدمة في السيارات وتقوم شركة مونرو العالمية بإنتاج هذا المخمد.

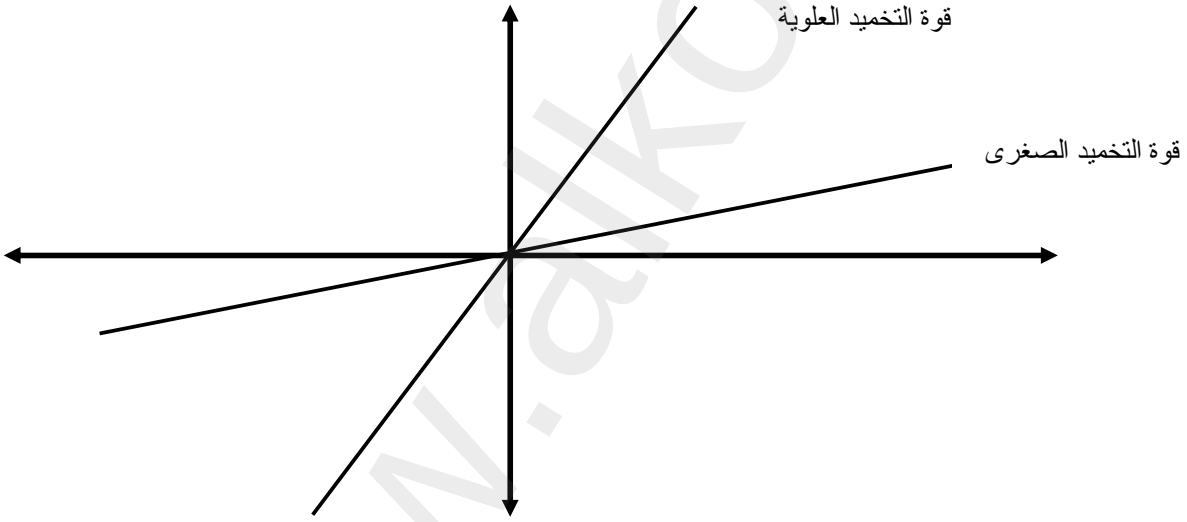


شكل – ١٦٧ ماص الصدمات ذو قيمتين لمعامل الخمد

www.alkottob.com



شكل – ١٦٨ ماص الصدمات ذو ثلاث قيم لمعامل الخمد

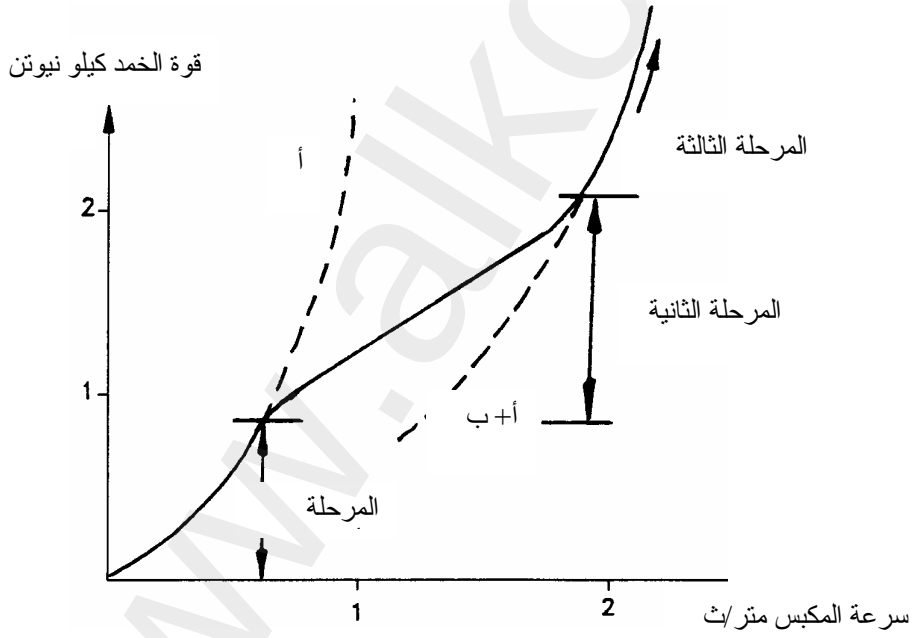


شكل – ١٦٩ ماص الصدمات متعدد القيم لمعامل الخمد

www.alkottob.com

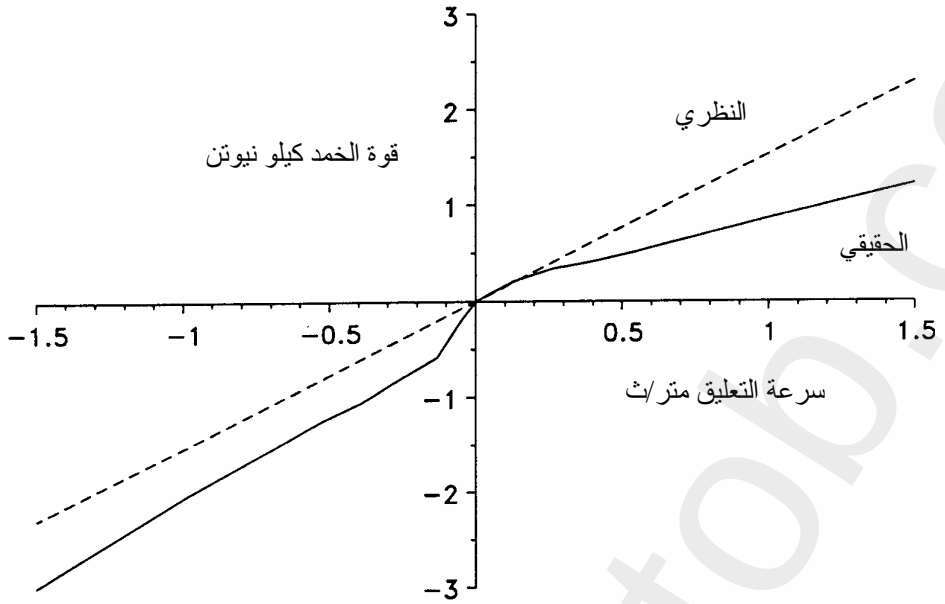
خواص ماص الصدمات

قوة الخمد لماص الصدمات تتغير على حسب سرعة المكبس واتجاه الحركة ، لكي تصف معامل الخمد لماص الصدمات لابد من معرفة العلاقة بين قوة الخمد وسرعة المكبس الذي من الضروري معرفة عمل صمام التحكم داخل ماص الصدمات. عندما السائل يمر خلال فتحة الصمام داخل ماص الصدمات يوجد بعض العوامل التي تؤثر في حركة السائل انخفاض ضغط السائل حول الصمام ولزوجة السائل التي تبدد الطاقة عند دخول وخروج السائل. شكل – ١٧٠ يوضح علاقة قوة الخمد بسرعة المكبس لماص الصدمات.في هذا الشكل ، الخط أ يوضح تغير قوة التخميد مع سرعة المكبس خلال فتحة صمام. عند زيادة فتحة الصمام فإن قوة التخميد مع سرعة المكبس تتغير على الخط أ + ب أثناء انتقال من الفتحة الصغرى إلى الفتحة الكبرى. المرحلة الأولى تمثل الصمام مغلق ، المرحلة الثانية عند فتح الصمام فتحة جزئية (انتقالية) المرحلة الثالثة عند فتح الصمام فتحة كاملة. تصمم ماص الصدمات للسيارات على أن يكون معامل الخمد لماص الصدمات في حالة الانضغاط أقل من معامل الخمد في حالة الارتداد. في السيارات الركوب معامل الخمد في حالة الانضغاط يكون أقل ب ٣٠ ٪ : ٦٠ ٪ لمعامل الخمد في الارتداد كما هو واضح في شكل – ١٧١.



شكل – ١٧٠ علاقة قوة التخميد بسرعة المكبس

www.alkottob.com



شكل – ١٧١ خصائص ماص الصدمات

ياءات (نوابض أو سوست) نظام التعليق

لابد من معرفة بعض المصطلحات التي تحدد نوع وخواص الياءات ، من خواص الياءات المرونة والكزازة (ثابت الياي) تذبذب الياي أو التردد. ويمكن تقسيم ياءات التعليق إلى قسمين هما :

١. **ياءات معدنية ، وتنقسم إلى ثلاث أنواع:**
   - ياءات حلزونية.
   - ياءات ورقية.
   - ياءات قضيب التواء أو لي.
٢. **ياءات غير معدنية ، وتنقسم إلى ثلاث أنواع:**
   - ياءات مطاطية.
   - ياءات هوائية.
   - ياءات غازية.

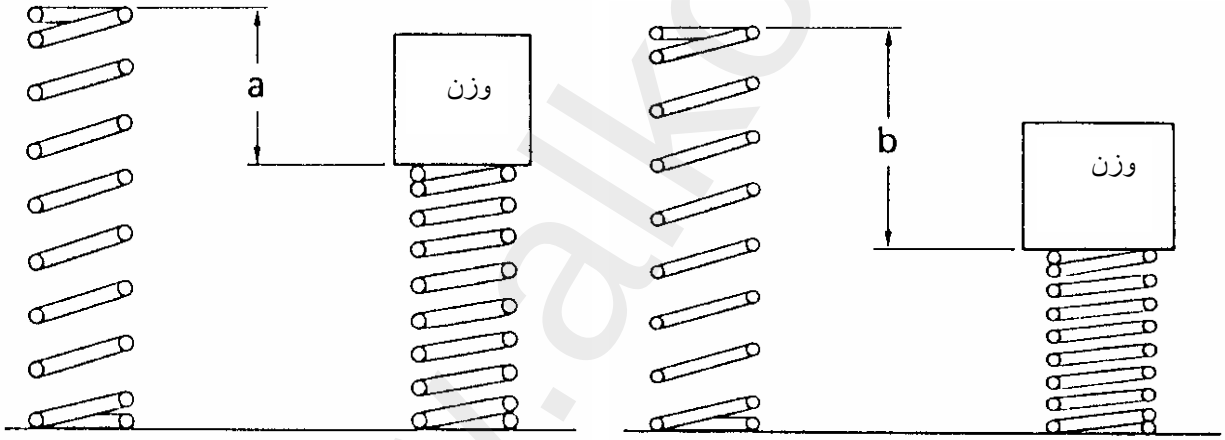
www.alkottob.com

خواص ياءات التعليق

١. **مرونة الياي** ، يمكن تعريف مرونة الياي على أنها خاصية رجوع الجسم إلى شكله الطبيعي بعد زوال المؤثر عليه ، ترجع أهميه مرونة الياي إلى امتصاص صدمات الطريق ومنعها من الوصول لجسم السيارة وتحتفظ بهذه الطاقة داخلها. تحتفظ الياءات المعدنية الفولاذية بهذه الطاقة في الانضغاط والانفراج كما هو الحال في الياءات الحلزونية والياءات الورقية و ياءات قضيب الالتواء وتطلق هذه الطاقة عندما تعود إلى حالتها الطبيعية.

٢. **ثابت الياي (كزازة الياي)** ، أنضغاط أو انفراج الياي يتغير تناسبيا مع القوة (الحمل) المسلط عليه إذ إن قيمة قسمة القوة على مقدار الانضغاط يسمي ثابت الياي. عند تأثير وزن ثابت على مجموعة من الياءات كما في شكل – ١٧٢ يمكن مقارنة ثابت الياءات أكثر ياي أنضغاطا أقل ثابت ياي أقل الياءات ضغطا أكبر ثابت ياي بشرط ثبوت القوة. الياي ذو ثابت ياي كبير يكون ياياً صلباً والياي ذو ثابت ياي صغير يكون مرناً.

٣. **تذبذب الياي** ، هو أنضغاط وانفراج الياي للتخلص من القوة المؤثرة علية عدة مرات متتالية وتسمى تردد الياي أو تذبذب الياي



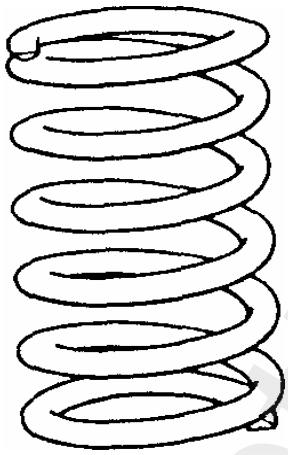
شكل – ١٧٢ حساب ثابت الياي

www.alkottob.com

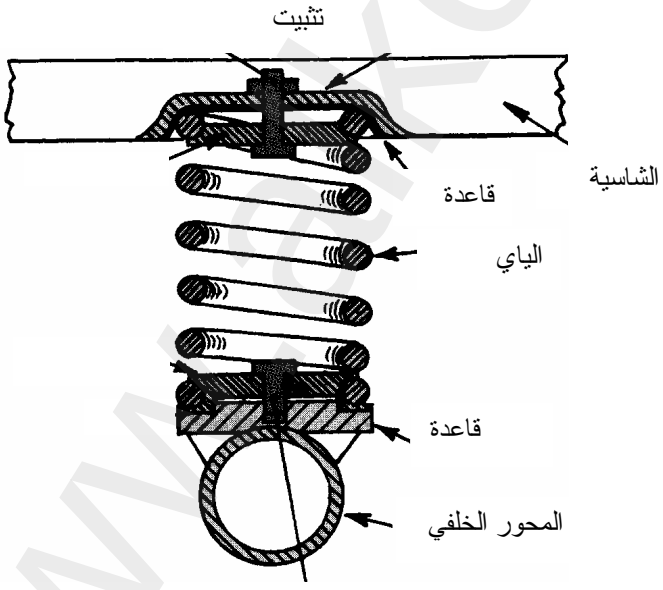
أنواع الياءات

الياءات الحلزونية

تصنع الياءات الحلزونية من قضبان من الصلب الفولاذي على شكل حلزوني كما في شكل – ١٧٣ ويركب الياي الحلزوني بين المحور والشاسية كما في شكل – ١٧٤ ، يمكن تميز الياي الحلزوني بالآتي:



شكل – ١٧٣ ياي حلزوني



شكل – ١٧٤ تثبيت الياي الحلزوني بين المحور والشاسية

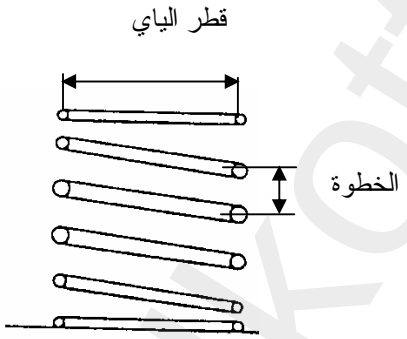
www.alkottob.com

١. معدل امتصاص الطاقة لوحدة الأوزان كبيرة.
٢. يمكن عمل ياي مرن.
٣. لا يوجد احتكاك أثناء حركته ، ولا يوجد خمد داخلي ولابد من استخدام ماص الصدمات معه.
٤. لابد من تثبيت الياي الحلزوني حتى يصبح مقاوماً للقوة الجانبية.

ثابت الياي الحلزوني

يعتمد قيمة ثابت الياي الحلزوني على الآتي :

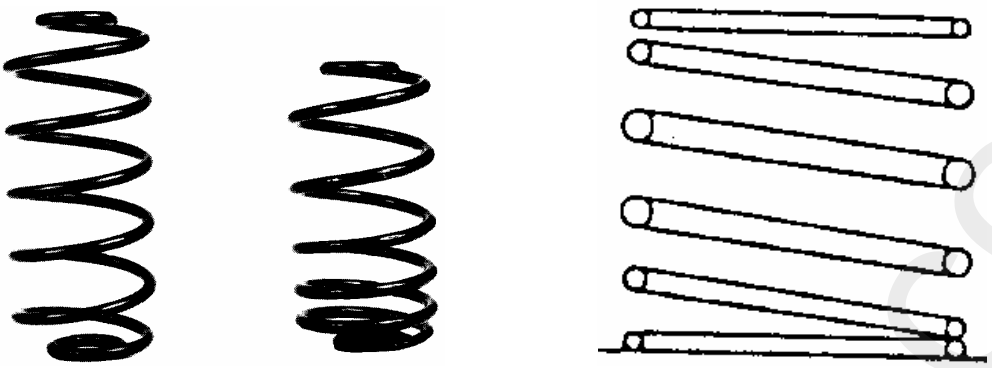
- قطر القضيب الذي يصنع منه الياي .
- عدد لفات الياي الحلزوني.
- الخطوة بين اللفات كما في شكل - ١٧٥،
- نوع معدن السلك.
- قطر الياي.



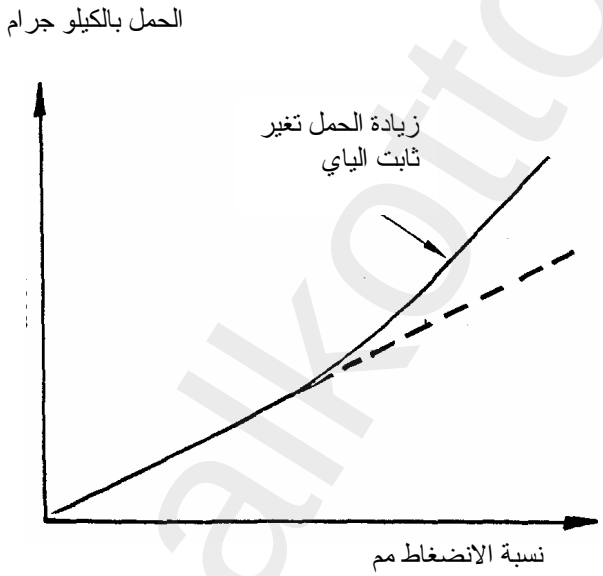
شكل – ١٧٥ خطوة الياي الحلزوني وقطر الياي

يصنع الياي الحلزوني من قضيب له قطر منتظم، فإن كان الياي يرتخي بانتظام بالتناسب مع الحمل هذا يعني أن الياي الحلزوني يصنع أما مرن غير كافي لتحمل الأحمال الواقعة عليه أو صلب يسبب اهتزازات وعدم راحة الراكب. لعلاج هذه المشكلة لابد من استخدام قضيب ذي قطر متغير كما هو واضح في شكل – ١٧٦ هذا يعطي ثابت ياي منخفض عند الأطراف ويكون ثابت الياي مرتفعاً بعد ذلك كما في شكل – ١٧٧ الذي يوضح تغير ثابت الياي مع استعمال قضيب ذي قطر متغير مع زيادة الحمل. يمكن تغيير شكل الياي الحلزوني للوصول لنفس النتيجة السابقة كما في شكل – ١٧٨.

www.alkottob.com

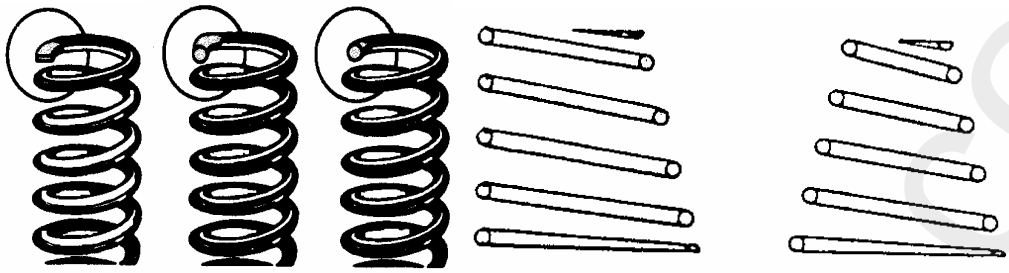


شكل – ١٧٦ ياي حلزوني صنع من قضيب ذي قطر متغير



شكل – ١٧٧ ثابت الياي متغير مع قضيب ذو أقطار مختلفة

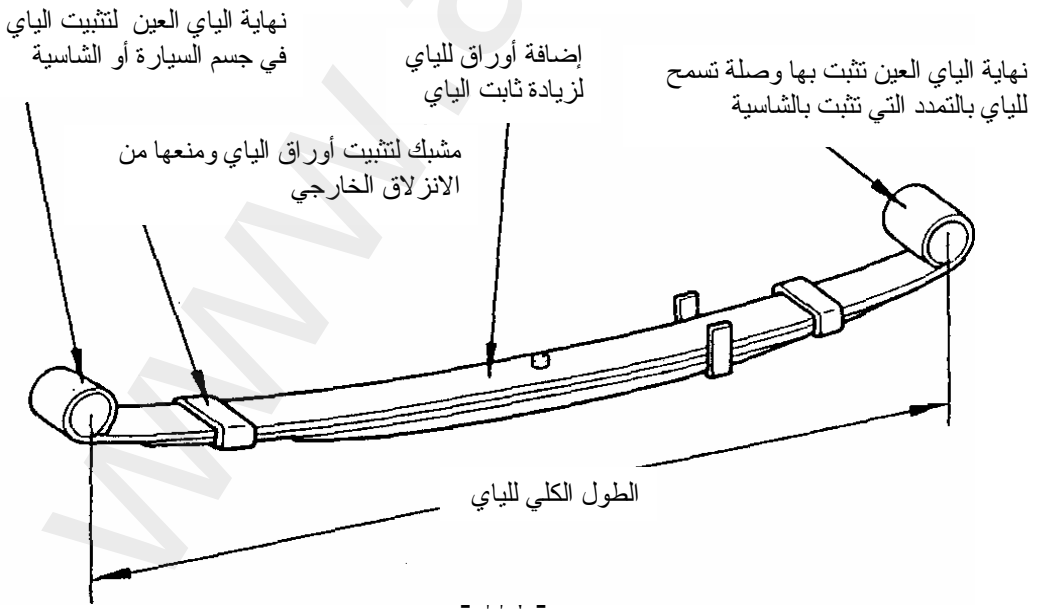
www.alkottob.com



شكل – ١٧٨ أشكال مختلفة لتغيير ثابت الياي ونهاية الياي الحلزوني

اليايات الورقية (الريشية)

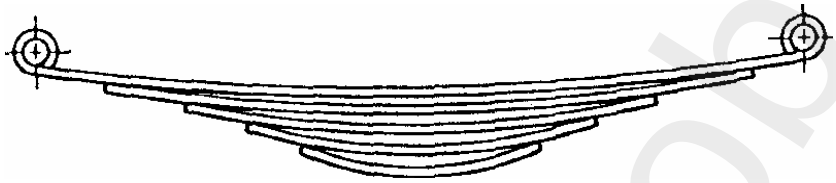
تصنع اليايات الورقية من عدد من الأوراق من الصلب الفولاذي ، توضع الأوراق من الأقصر في الأسفل إلى الأطول في الأعلى كما هو في شكل – ١٧٩ . هذه المجموعة من اليايات الورقية ربطت مع بعضها البعض من المنتصف بواسطة مسمار أو برشام. تم استخدام عدة مشابك على الياي الورقي لتثبيته ومنع حدوث الانزلاق الخارجي ، كلا نهايتي أطول ياي ورقي لف ليكون مربط الياي لكي يمكن استعمالها في تثبيت الياي في جسم السيارة (الشاسية) كلما زاد عدد الأوراق في الياي زاد ثابت الياي (صلب) استطاع تحمل حمل اكبر ولت راحة الراكب. كلما أكبر تقوس ورق الياي (الحنية كما في شكل -١٨٠) صغر طول الورقة أي أن كل ورقة تقوس أكثر حدة من التي فوقها في مجموعة ورقات الياي ، عند ربط الياي الورقي بمسمار النصف فإن الورق سوف يسطح لدرجة ما كما هو في شكل – ١٨١ مسببا نهاية الورق لتضغط بشدة في بعضها البعض. المنحنى الكلي للياي الورقي يسمى تقوساً كما هو واضح في شكل – ١٨٢.



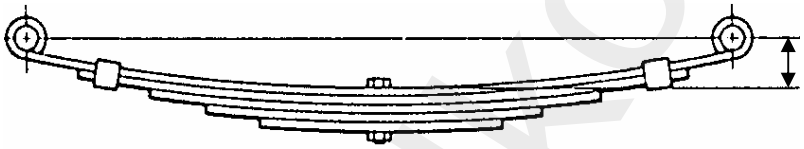
www.alkottob.com

شكل – ١٧٩ الياي الورقي

شكل – ١٨٠ حنية ورقة الياي



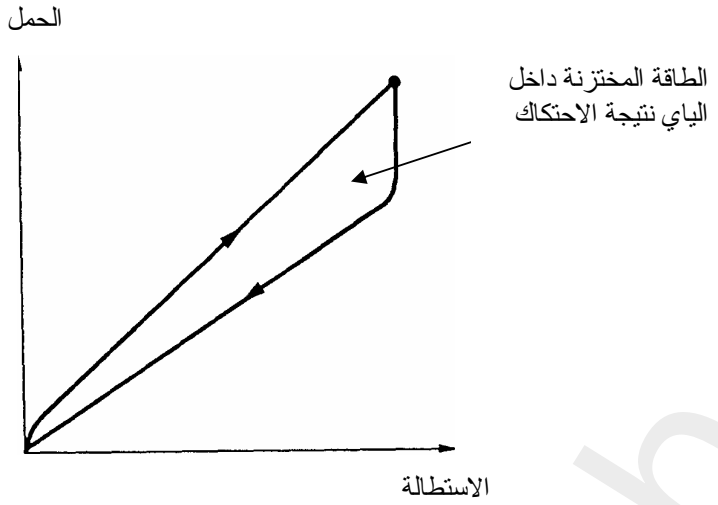
شكل – ١٨١ تسطيح أوراق الياي عند التركيب



شكل – ١٨٢ تقوس الياي الورقي

وظيفة حنية الياي الورقية ، عند ارتخاء الياي فإن حنية الياي تجعل الورق في الياي يحتك ببعضها البعض وهذا الاحتكاك الناتج بين الورق يخمد تذبذب الياي السريع ويسمى احتكاك الورق الداخلي وهو أهم صفة في الياي الورقي وهذا الاحتكاك يمنع الياي من الاسترخاء بسهولة. لذلك يستخدم الياي الورقي في السيارات النقل. عندما يرتد النابض فإن الحنية تمنع حدوث فجوات بين الورق وبذلك يمنع الأوساخ والرمل من الدخول بين ورق الياي وحدوث التآكل. شكل – ١٨٣ يبين أن المعدل الذي يرجع به الياي إلى وضعه الأصلي بعد زوال الحمل عليه يختلف عن المعدل الذي يتمدد فيه عندما يوضع عليه الحمل هذا الفرق نتيجة احتفاظ الياي بالطاقة نتيجة الاحتكاك الناتج بين الورق.

www.alkottob.com



شكل – ١٨٣ الطاقة المختزنة داخل الياي الورقي نتيجة الاحتكاك

تحديد ثابت الياي الورقي

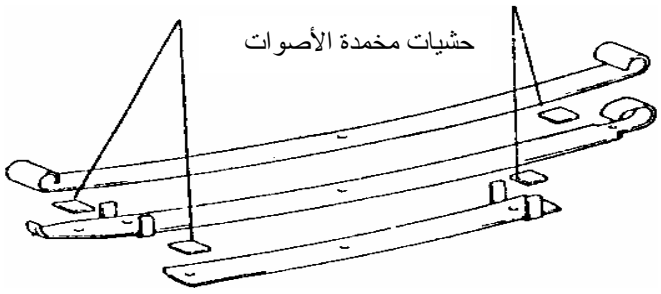
لتحديد ثابت الياي الورقي لابد من وضع الياي إلى أسفل كما في شكل – ١٨٤ وقياس ارتفاع الياي ثم وضع حمل على الياي وقياس الانضغاط في ارتفاع الياي وتدوين قيمة الحمل مع الانضغاط في ارتفاع الياي وقسمة الحمل على الانضغاط يعطي ثابت الياي الورقي وهي علاقة ليست خطية نتيجة الاحتكاك بين أوراق الياي. كلما زاد ثابت الياي الورقي كان الياي صلباً والعكس صحيح.

معالجة الاحتكاك بين أجزاء الياي الورقي

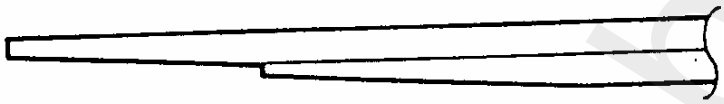
راحة الركوب تقل كلما يكبر الاحتكاك الداخلي بين الورق ، فقد تمت معالجة هذه الظاهرة بوضع حشيات مخمدة للأصوات بين ورق الياي في أطرافها لتحسين انزلاق الورق فوق بعضها البعض كما في شكل – ١٨٥. عمل سلبية في نهاية كل ورقة لكي تسلط القدر الصحيح من الضغط عندما تلامس بعضها البعض كما في شكل – ١٨٦.

شكل – ١٨٤ كيفية قياس ثابت الياي الورقي

www.alkottob.com



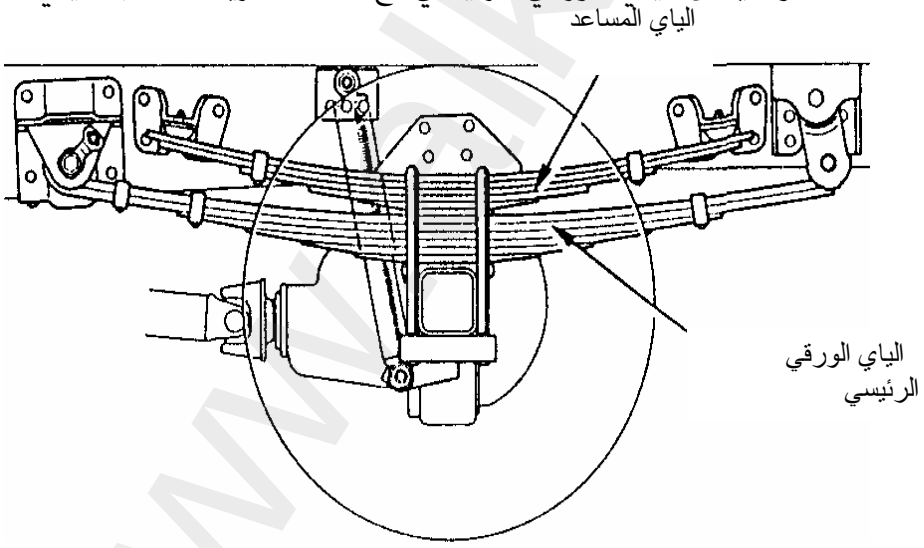
شكل – ١٨٥ حشيات لخمد الأصوات بين أجزاء الياي الورقي



شكل – ١٨٦ سلبية ورق الياي الورقي

الياي المساعد

في الشاحنات والسيارات الكبيرة والتي تتعرض إلى اختلافات كبيرة في الأحمال وهي فارغة و أثناء الحمولة لذلك تم تصميم الياي المساعد يعمل فقط أثناء زيادة الحمل بزيادة ثابت الياي الورقي وصلبتها. الياي المساعد كما هو واضح في شكل – ١٨٧ هو ياي ورقي يركب أعلى الياي الورقي الرئيسي. عندما يكون الحمل خفيفاً أي السيارة غير محملة يعمل الياي الورقي الرئيسي فقط ولا يعمل الياي المساعد ، عند الحمولة يعمل الياي الورقي الرئيسي مع المساعد لزيادة صلابة الياي.

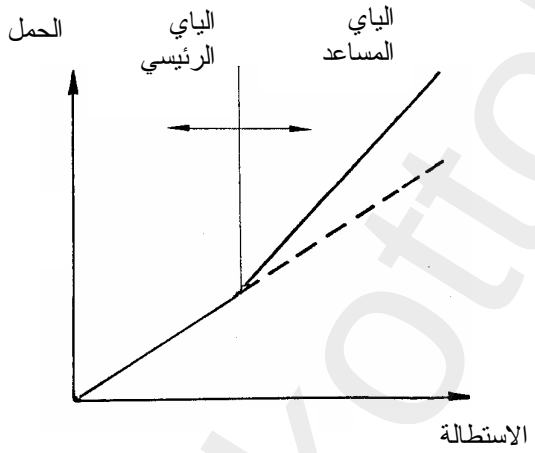


شكل – ١٨٧ الياي المساعد مع الياي الرئيسي

www.alkottob.com

شكل – ١٨٨ يوضح زيادة ثابت الياي الورقي عند عمل الياي المساعد. من أهم مميزات الياي المساعد :

١. لها قوة تحمل كافية للاستعمال الشاق.
٢. تقلل الاحتكاك الداخلي بين أجزاء الياي الورقي أثناء عدم زيادة الحمل.
٣. تغير ثابت الياي وصلابة عند زيادة الحمل.
٤. لا تحتاج إلى وصلات تثبيت مثل الياي الحلزوني لأنها يمكن تثبيتها مباشرة في جسم السيارة .

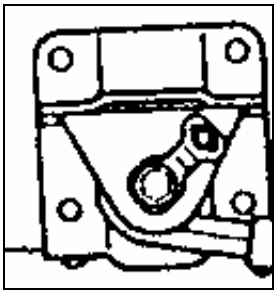


شكل – ١٨٨ تغير ثابت الياي مع عمل الياي المساعد

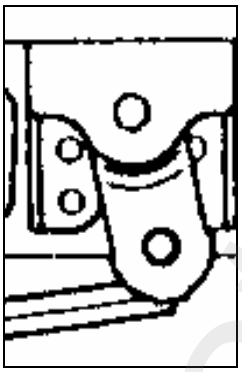
تثبيت الياي الورقي

يثبت الياي الورقي في الشاسية عن طريق النهاية الملفوفة في الورقة العليا ، واحدة من هذه النهاية تثبت مباشرة في كرسي تثبيت ولا يسمح لها بالحركة كما هو في شكل – ١٨٩. النهاية الأخرى تثبت في الكرسي عن طريق مفصل يسمح لها بالحركة اثنان عمل الياي الورقي كما في شكل – ١٩٠. يثبت الياي في المحور بمشابك وجود موضع لراس مسمار النصف للياي في المحور حتى لا يسمح لحركة الياي كما في شكل – ١٩١ . عند تركيب الياي المساعد أعلى الياي الرئيسي بدون حمل يوجد مسافة بين الياي المساعد وكرسي تحميل الياي المساعد وعند التحميل يبدأ الياي المساعد في الضغط على قواعد التحميل ، شكل – ١٩٢ يوضح كراسي تحميل الياي المساعد مع الشاسية والتي تعمل فقط أثناء الحمل .

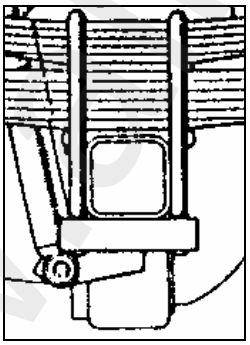
www.alkottob.com



شكل – ١٨٩ تثبيت نهاية الياي الورقي في النهاية الثابتة

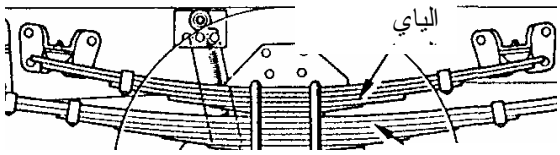


شكل – ١٩٠ تثبيت الياي الورقي في النهاية المتحركة



شكل – ١٩١ مشابك تثبيت الياي الورقي مع المحور

www.alkottob.com



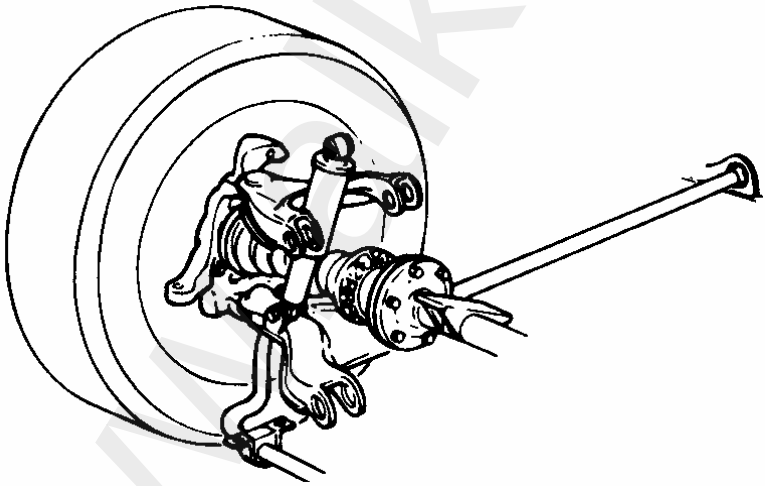
الياي الرئيسي

شكل – ١٩٢ كراسي تحميل الياي المساعد

ياي قضيب الالتواء

ياي قضيب الالتواء أو قضيب الالتواء ، هو عبارة عن قضيب مصنوع من الصلب الفولاذي وله مرونة التواء لمقاومة اللي كما هو واضح في شكل - ١٩٣. أحد أطراف قضيب اللي الالتواء يربط في الهيكل أو الشاسية والطرف الآخر يربط مع الجزء الذي يتعرض إلى حمل التواء ويمكن الاستفادة من قضيب الالتواء كعمود توازن ومن أهم مواصفات الياي قضيب الالتواء هي:

١. معدل امتصاص الطاقة لوحدة الوزن كبير بالمقارنة مع اليايات الأخرى.
٢. خفيف الوزن.
٣. لا يوجد احتكاك به لذلك ولا تتحكم في الاهتزازات ولابد من استعمال مخمد معها.

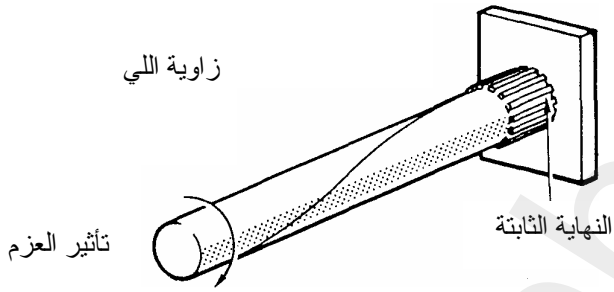


شكل – ١٩٣ ياي قضيب اللي مع المحور

www.alkottob.com

قياس ثابت ياي قضيب اللي

لقياس ثابت قضيب اللي لابد من تثبيت أحد نهايتي قضيب اللي كما هو في شكل – ١٩٤ ، ثم تأثير بعزم على النهاية الأخرى وتسجيل قيمة العزم مع زاوية اللي ويمكن حساب قيمة ثابت اللي بقسمة العزم على زاوية اللي.



شكل – ١٩٤ قياس ثابت قضيب الياي اللي

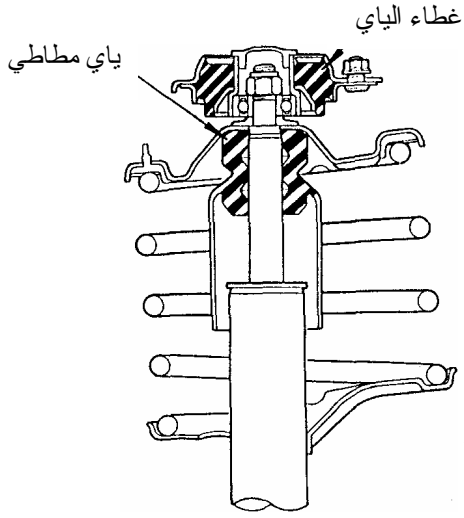
اليايات المطاطية

تصنع من المطاط تمتص التذبذب بواسطة توليد احتكاك داخلي عندما تنكمش بواسطة قوة خارجية نتيجة البلاستيكية. من أهم مميزات اليايات المطاطية:

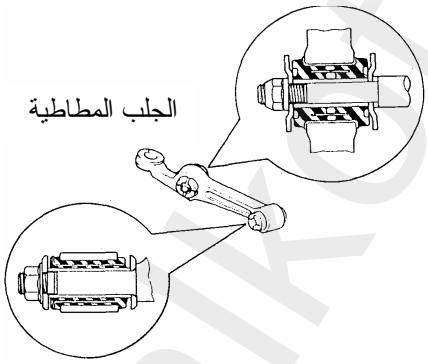
١. يمكن صناعتها على أي شكل.
٢. لا يصدر منها صوت أثناء عملها.
٣. لا تحتاج إلى تزييت.
٤. بها نسبة خمد داخلي .

اليايات المطاطية غير مناسبة لتحمل أحمال ثقيلة. إذا فإن اليايات المطاطية تستعمل فقط يايات احتياطية أو فرعية أو جلب كمسافات أو دواسات أو حواجز أو داعمات لأجزاء التعليق شكل – ١٩٥ يوضح استعمال الياي المطاط مع الياي الحلزوني وشكل – ١٩٦ يوضح استعمال اليايات المطاطية مع كراسي التحميل.

www.alkottob.com



شكل – ١٩٥ اليايات المطاطية مع الياي الحلزوني



شكل – ١٩٦ اليايات المطاطية تستعمل كجلب

اليايات الهوائية

حيث إن من خواص الهواء أنه انضغاطي أي يمكن الضغط على جزيئاته فتتداخل مع بعضها البعض ، طبقا لهذه الحقيقة فقد صممت اليايات الهوائية معتمدة على مرونة الهواء شكل – ١٩٧ يوضح الياي الهوائي المستعمل مع المحور الأمامي والمحور الخلفي ، من خواص اليايات الهوائية:

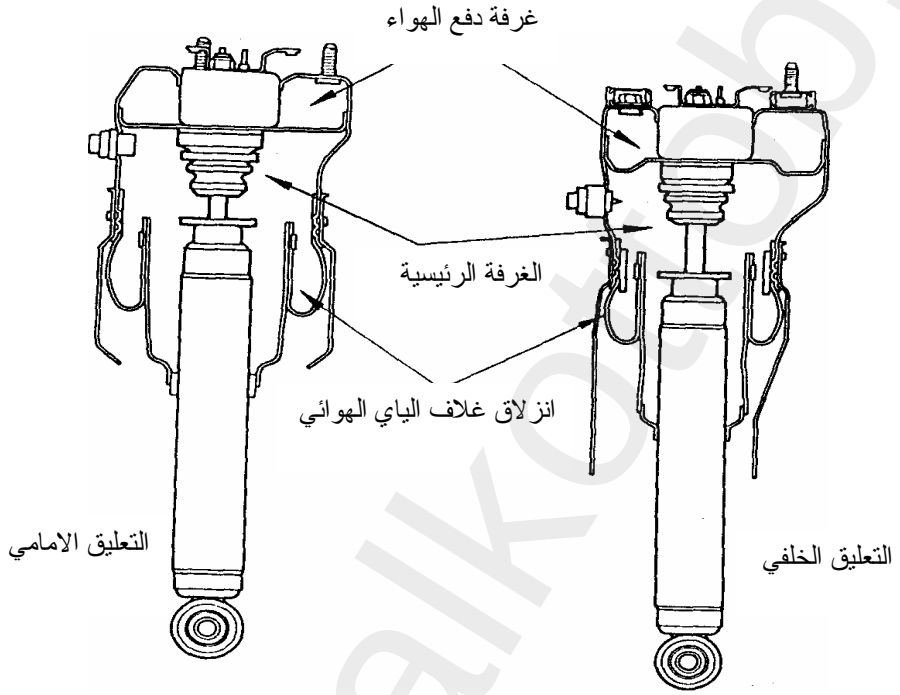
١. تكون اليايات الهوائية مرنة جدا عند عدم الحمولة أي ثابت الياي الهوائي صغير ويمكن زيادة ثابت الياي الهوائي بدفع هواء بزيادة في الضغط فيزداد تبعا إلى ذلك ثابت الياي كلما زاد الحمل . يمكن أن تتم هذه العملية بتحكم ميكانيكي أو تحكم باستخدام الحاسب آلي. هذا يوفر أفضل مستوى للقيادة المريحة إن كانت السيارة محملة أو غير محملة.

www.alkottob.com

٢. يمكن التحكم في ارتفاع مركز ثقل والمحافظة عليه ثابت أثناء عمل السيارة مع تغير الحمل بزيادة الحمل أو قلته ، يتم ذلك بدفع الهواء أثناء التحميل إلى الياي الهوائي أو خفض ضغط الهواء عند تخفيض الحمل.

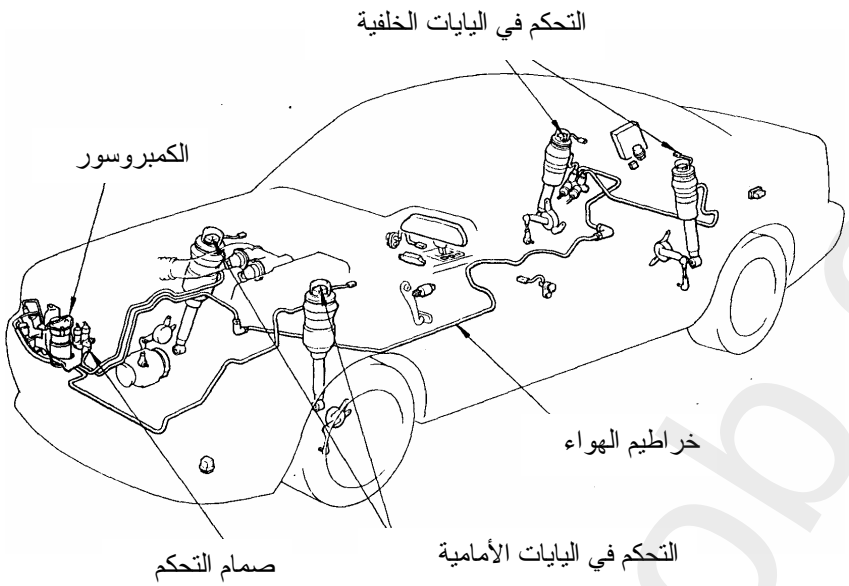
٣. الياي الهوائي يحتاج إلى كمبروسور لضغط الهواء خزان للهواء صمامات تحكم في الضغط واليات التحكم وعليه فإن الياي الهوائي يعتبر معقداً

٤. التعليق الهوائي يمكن أن يتحكم فيه بواسطة الحاسب الآلى ويعتبر من الأنظمة الحديثة المستخدمة ويسمى التعليق الفعال كما في شكل – ١٠٨.



شكل – ١٩٧ يوضح الياي الهوائي في التعليق الأمامي والخلفي للسيارة

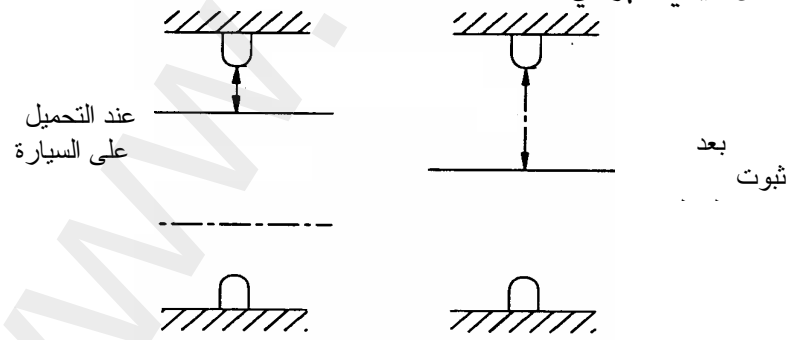
www.alkottob.com



شكل – ١٩٨ التعليق الفعال ذو الياي الهوائي

المحافظة على ثبات مركز ثقل السيارة باستخدام اليايات الهوائية

للمحافظة على ثبوت ارتفاع مركز ثقل السيارة مع تغير الحمل الواقع على السيارة ، يستعمل في ذلك اليايات الهوائية ذات التحكم. عند زيادة الحمل على السيارة ينضغط الياي الهوائي إلى أسفل كما في شكل – ١٩٩ يتبع ذلك قياس للمسافة بين جسم السيارة والمحور التي تقل نتيجة الحمل ترسل إشارة من وحساس قياس المسافة إلى وحدة التحكم بالحاسب إلى ثم يرسل الحاسب إلى إشارة ثم صمام التحكم في الضغط للهواء فيرتفع الضغط حتى تصل إلى وضع الثبات وعند رفع الحمل يحدث العكس ويقل ضغط الهواء داخل الياي الهوائي.

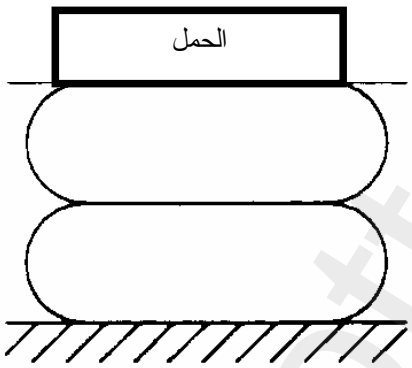


شكل – ١٩٩ المحافظة على ثبوت مركز ثقل السيارة باستخدام الياي الهوائي والتحكم

www.alkottob.com

قياس ثابت الياي الهوائي

الياي الهوائي يتكون من غلاف من المطاط محاط من أعلي وأسفل بغلاف معدني للتثبيت ، يركب فيه صمام تحكم في ضغط الهواء. لقياس ثابت الياي لابد من التأثير بحمل على الياي الهوائي وتسجيل نسبة الانضغاط في الياي وخارج قسمة الحمل على نسبة الانضغاط يمثل ثابت الياي الهوائي وهو غير خطي أي يتغير الحمل ونسبة الانضغاط شكل – ٢٠٠ يوضح الياي الهوائي أثناء قياس ثابت الياي الهوائي.



شكل – ٢٠٠ قياس ثابت الياي الهوائي في المعمل

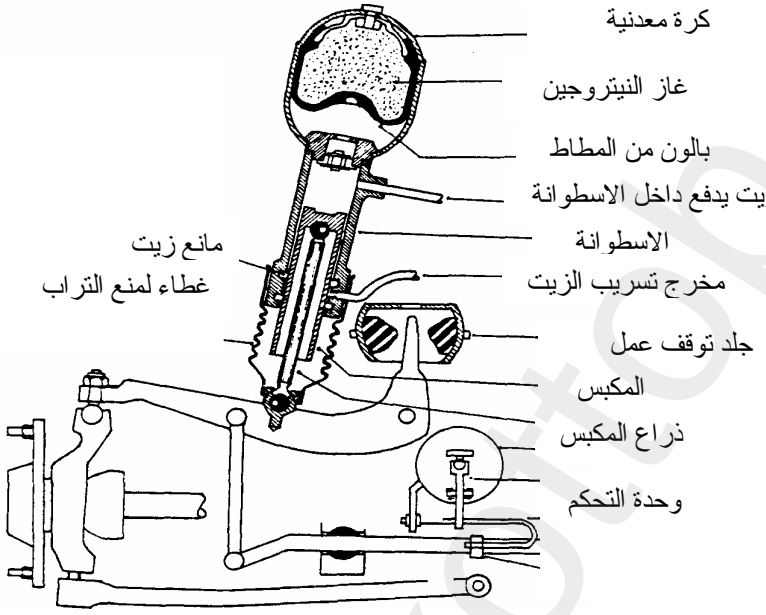
اليايات الغازية

تستخدم اليايات الغازية مع نظام التعليق الهيدوبنيوماتيكي ،يتكون الياي الغازي من غلاف على شكل كرة مصنوع من المعدن بداخلة بالون لها صمام يسمح بدخول وخروج الغاز ، تملأ البالون بغاز خامل وليكن غاز النيتروجين ، لكي تعمل الياي الغازي لابد من نظام هيدروليكي معه ، الياي الغازي مع النظام الهيدروليكي كما في شكل – ٢٠١. يتكون النظام الهيدروليكي من اسطوانة متصلة مباشرة بالياي الغازي بها مكبس بين المكبس وبالون الياي الغازي لابد من ضغط زيت هيدروليكي غير قابل للانضغاط مثل الزيت المستعمل في الفرامل.يمكن استخدام التعليق ذي الياي الغازي في التعليق الفعال بحيث يمكن التحكم فيه بواسطة الحاسب الآلى نتيجة بعض القياسات ووحدة التحكم. لتشغيل نظام التعليق ذي الياي الغازي لابد من وجود مضخة ضغط الزيت وخزان للزيت وصمام تحكم و مراكم وفلتر (مصافي أو مرشحات) زيت هذا يدل على تعقيد النظام الهيدروليكي ولكن ممكن استعماله كنظام فعال في السيارات الحديثة.

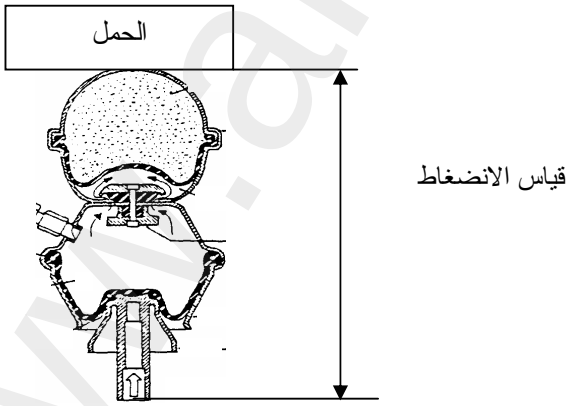
www.alkottob.com

قياس ثابت الياي الهوائي

لقياس ثابت الياي لابد من التأثير بحمل على الياي الغازي وتسجيل نسبة الانضغاط في الياي وخارج قسمة الحمل على نسبة الانضغاط يمثل ثابت الياي الغازي وهو غير خطي أي يتغير الحمل ونسبة الانضغاط شكل –٢٠٢يوضح الياي الغازي أثناء قياس ثابت الياي الغازي.



شكل – ٢٠١ الياي الغازي مع النظام الهيدروليكي

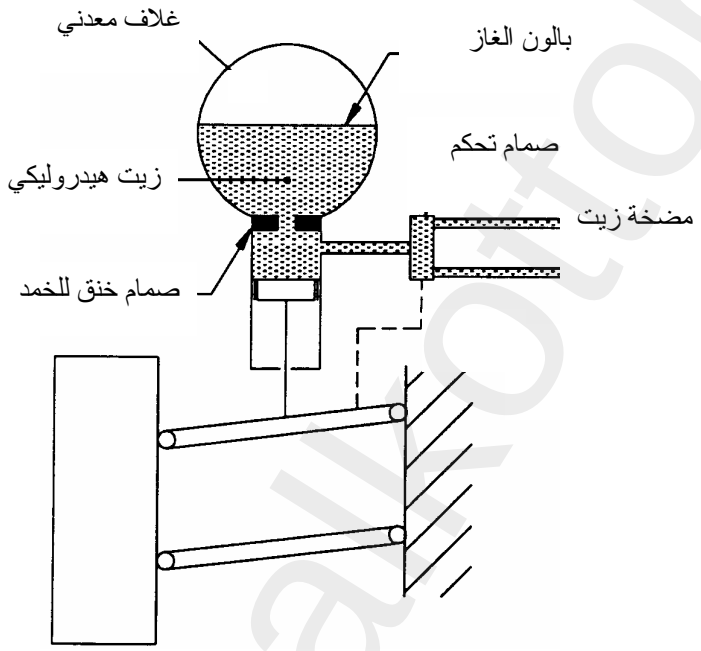


شكل – ٢٠٢ قياس ثابت الياي الغازي في نظام التعليق الهيدروليكي

www.alkottob.com

المحافظة على ثبات مركز ثقل السيارة باستخدام الياياات الغازية

للمحافظة على ثبات ارتفاع مركز ثقل السيارة مع تغير الحمل الواقع على السيارة ، يستعمل في ذلك الياياات الغازية ذات التحكم. عند زيادة الحمل على السيارة ينضغط الياي الغازي إلى أسفل كما في شكل – ٢٠٣ يتبع ذلك قياس للمسافة بين جسم السيارة والمحور التي تقل نتيجة الحمل ترسل إشارة من وحساس قياس المسافة إلى وحدة التحكم بالحاسب إلى ثم يرسل الحاسب الآلي إشارة إلى صمام التحكم ليفتح ويزداد ضغط الزيت حتى تصل إلى وضع الثبات وعند رفع الحمل يحدث العكس ويقل ضغط الزيت مؤثراً على الياي الغازي

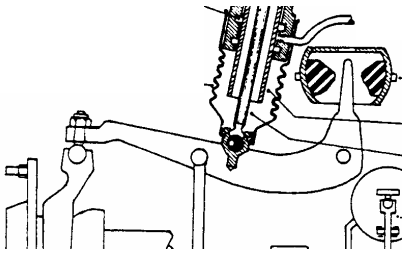


شكل – ٢٠٣ المحافظة على ثبات مركز ثقل السيارة باستخدام الياياات الغازية

مخدات أو مصدات التوقف Bump stop

جلدة التوقف تستعمل مع التعليق لمنع احتكاك الإطار مع جسم السيارة مع زيادة الحمل عن القيمة المعتادة مثل مساعد الياي الورقي لا يزيد من صلابة الياي ويمنع وصول جسم السيارة إلى الإطار كما هو واضح في شكل - ٢٠٤.

www.alkottob.com



شكل – ٢٠٤

جلد التوقف تعمل عند زيادة الحمل على السيارة

www.alkottob.com

الفصل الرابع

نظام التعليق الأمامي

وظائف نظام التعليق

يوصل التعليق جسم السيارة بالعجلات ويقوم بالوظائف التالية:

١. أثناء الحركة يعمل سويا مع العجلات ، لامتصاص وإخماد الذبذبات المختلفة ، الاهتزازات والصدمات المقبلة على السيارة نتيجة تداخل الإطارات مع سطح الطريق وعدم استواء سطح الطريق ، وذلك من أجل حماية الركاب والبضائع وتحسين توازن القيادة.

٢. يقوم بتوصيل قوتي القيادة والتعجيل والفرامل الناتجة من احتكاك سطح الطريق مع العجلات ، إلى هيكل وجسم السيارة.

٣. يقوم بتثبيت الجسم على المحاور ويحافظ على العلاقة الهندسية الصحيحة بين الجسم والعجلات.

مكونات نظام التعليق

المكونات الرئيسية لنظام التعليق هي الإطارات واليايات والمساعدين كما في شكل – ٢٠٥ ، ويمكن تصنيفها كالتالي:

١. **نوابض (اليايات)** ، والتي تقوم بتحييد الصدمات من سطح الطريق.

٢. **مخمدات (ماص الصدمات أو المساعد)** ، والذي يعمل لتحسين راحة الركوب وذلك بتحديد التذبذب الحر للنوابض.

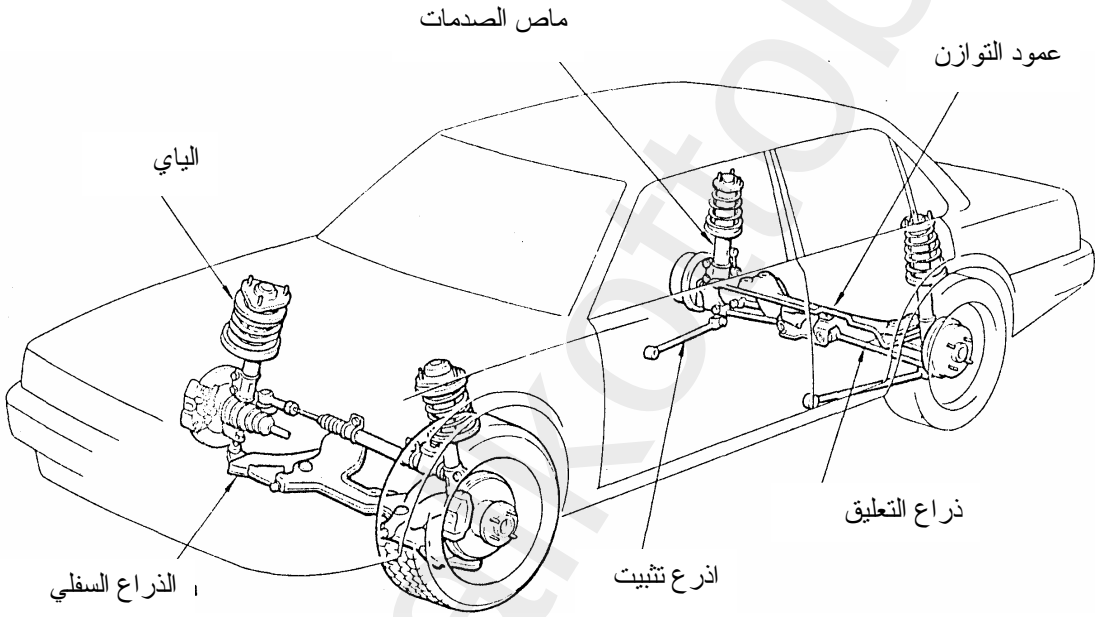
٣. **عمود التوازن** (قضيب التواء أو قضيب مانعة الدحرجة) الذي يمنع التدحرج الجانبي للسيارة.

٤. **نظام توصيل** ، والذي يعمل لربط الأجزاء المذكورة أعلاه في أماكنها ، ويتحكم في الحركات الطويلة والجانبية للعجلات.

www.alkottob.com

راحة الركوب

الوزن المعلق هو الوزن فوق الياءات والوزن غير المعلق هو وزن المحاور وجزء من العجل ، يركب جسم السيارة على ياءات الوزن الذي يركب على الياءات يسمى الوزن المعلق. من ناحية أخرى فإن العجلات والمحاور و أجزاء أخري من المركبة غير المركبة على الياءات تكون الوزن غير المعلق. كلما زاد الوزن المعلق للمركبة كلما تحسنت راحة الركوب ، لأنة كلما زاد الوزن المهتز فإن قابلية الجسم للاهتزاز تقل ، والعكس صحيح فكلما زاد الوزن غير المعلق فإنه يكون من السهولة للجسم أن يهتز. تذبذب واهتزاز الوزن المعلق للسيارة خصوصا الجسم له أثر كبير في راحة الركوب شكل – ٢٠٦ يوضح محاور السيارة التي تتذبذب حولها السيارة ، هذا التذبذب والاهتزاز يمكن تقسيمه للأتي:



شكل – ٢٠٥ مكونات نظام التعليق

١. الحركة الراسية ، الحركة لأعلى وأسفل لجسم السيارة ككل. عندما تسير السيارة بسرعة عالية على سطح غير مستوى. تعريف آخر يسمي الاهتزاز الرأسي لجسم السيارة هو تذبذب السيارة كلها إلى أعلى و إلى أسفل حول محور Z ويحدث ذلك نتيجة تعرض السيارة لمطبات على كل العجل في نفس التوقيت ارتفاع وانخفاض.

٢. تذبذب جسم السيارة إلى الأعلى والأسفل بالنسبة إلى مركز الثقل للسيارة ، لمقدمة ومؤخرة السيارة ذلك يحدث تحرك لمحور X حول محور Y عند مركز الثقل ويحدث عندما تسير السيارة على مطبات بحيث يكون تعرض السيارة للمطبات على العجل الخلفي أو الأمامي أو عند الفرامل أو عمل تعجيل.

www.alkottob.com

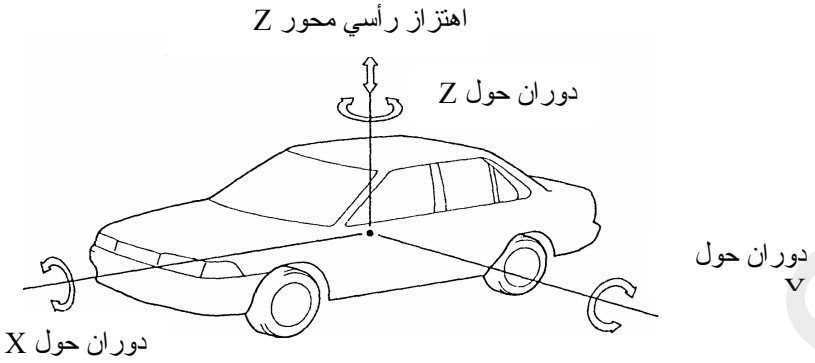
٣. اهتزاز السيارة حول محور X عند الدوران أثناء المنحنيات ويتوقف على سرعة السيارة نصف قطر الدوران عرض السيارة ، كلما زاد عرض السيارة قل اهتزاز أو ميل جسم السيارة .

٤. تذبذب الوزن الغير معلق ، هو ارتداد العجلات أعلي وأسفل والذي يحدث عادة في الطرق غير الممهدة

٥. الالتفاف هو ظاهرة فيها تحاول الايايات الورقية لف نفسها حول المحور نتيجة لعزم التوجيه. الالتفاف هو ظاهرة يحاول فيها عزم التسارع أو الفرامل على الايايات الورقية أن تلف الايايات الورقية حول المحور مثال الالتفاف الناتج من عزم التسارع يتكون كالآتي:

- عزم المحرك إلى العجلات بالطريقة الآتية لدفع السيارة للأمام : ناقل الحركة ،عمود الإدارة، ترس الإدارة ،ترس التاج ، عمود المحور ، العجلات.
- في نفس الوقت الذي تتولد فيه قوة الدوران أعلاه فإن ترس الإدارة والذي يدعمه حامل الدفرنس (الدفرانس) يقوم بتوليد قوة رد فعل دورانية معاكسة لتلك في عزم المحرك.
- كنتيجة لذلك فإن غلاف المحور الذي يرتبط بحامل الدفرنس يحاول الدوران في اتجاه معاكس لاتجاه دوران العجلات ، وإن الايايات الورقية المثبتة في غلاف المحور تحاول التفاف نفسها حول المحور.
- عزم الدفع يتغير مع تغير عزم المحرك ولذلك فإن قوة رد الفعل أيضا تتغير استجابة له. وذلك يتسبب في تغير مرونة الايايات أيضا ، مما ينتج عنه تولد اهتزاز الالتفاف. بما أن الاهتزاز الالتفافي له تأثير مضاد في راحة الراكب فإن الاحتياطات الآتية عموما وضعت في الاعتبار لمنع الالتفاف.
- يقلل الالتفاف بواسطة إزاحة المحور الخلفي (ايايات ورقية لا تماثلية) بحيث يتم وضعه للأمام قليلا من منتصف الياي الورقي ذلك أيضا يساعد في فحص الحركة لأعلي واسفل للجسم أثناء القيادة والفرامل.
- يمكن تقليل الالتفاف بواسطة تركيب ماص الصدمات بعيدا عن مركز الالتفاف ، أي تركيب ماص الصدمات واحد أمام المحور والآخر خلف المحور.

www.alkottob.com



شكل – ٢٠٦ محاور السيارة من مركز الثقل دوران السيارة حول المحاور

أنواع التعليق الأمامي

التعليق يمكن تقسيمه إلى نوعين تعليق المحور الصلب و التعليق المستقل، اعتمادا على الفرق في التصميم كما يلي:

تعليق المحور الصلب

من أهم مميزات التعليق ذي المحور الصلب الآتي:

عدد الأجزاء المكونة للتعليق صغير والتركيبة بسيطة ، لذلك سهل الصيانة.

عند الدوران في الملفات لا يلتوي الجسم كثيرا ويحد من أن تكون السيارة عرضة للانقلاب.

قوي لدرجة كافية للاستعمال الشاق.

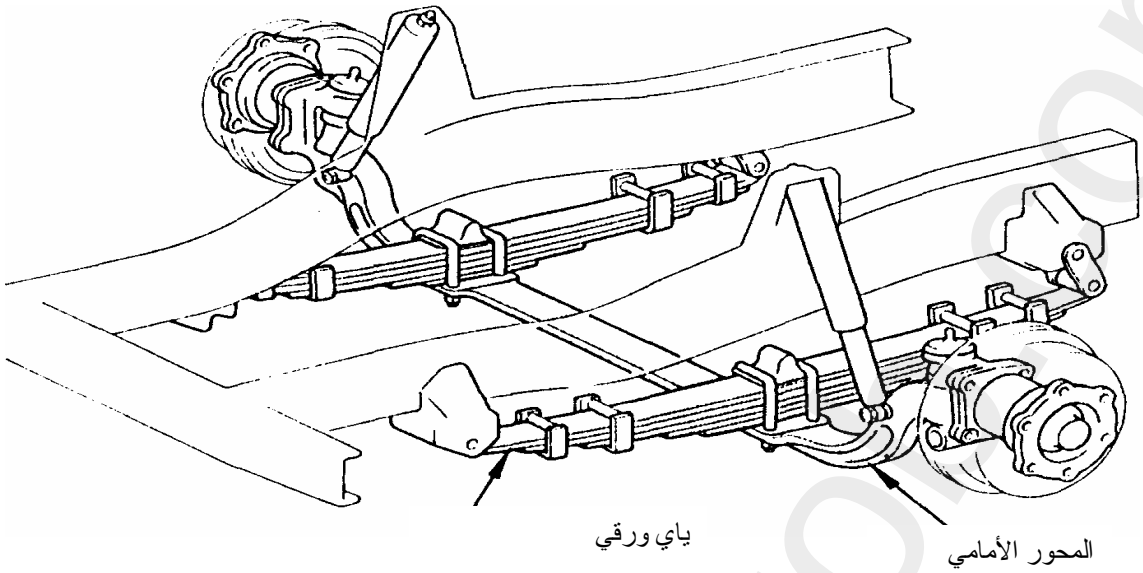
محاذاة العجلات لا تغيير كثيرا نتيجة للحركة أعلي وأسفل ولذلك يقل تأكل الإطارات.

بما أن الوزن غير المهتز كبير فإن راحة الراكب اقل. بما أن حركة العجلات يمينا ويسارا تؤثر على بعضها البعض بالتبادل ، فإن الاهتزاز والذبذبة تحدث غالبا بسهولة.

يوجد عدة أنواع من تعليق المحور الصلب

نوع الياءات الورقية المتوازية : هذا النوع يستعمل للتعليق الأمامي كما في شكل - ٢٠٧ في الشاحنات والباصات. بما أن الياي يعمل كموصل لتثبيت المحور فإن الموصلات المتفرقة عموما غير ضرورية إذن فإن تركيب التعليق بسيط ولكن بالمقارنة قوي. بما أن وضع المحور يتم تحديده بواسطة الياءات الورقية ، فإن هذا النوع من التعليق ليس جيداً جدا بالنسبة لراحة الراكب. راحة الراكب تقل نتيجة للاحتكاك الداخلي للورق في الياءات الورقية التسارع وعزم الفرامل تؤدي إلى الالتفاف والاهتزاز ، والالتفاف بدوره يؤدي إلى رفع نهاية المؤخرة وهبوط المقدمة.

www.alkottob.com

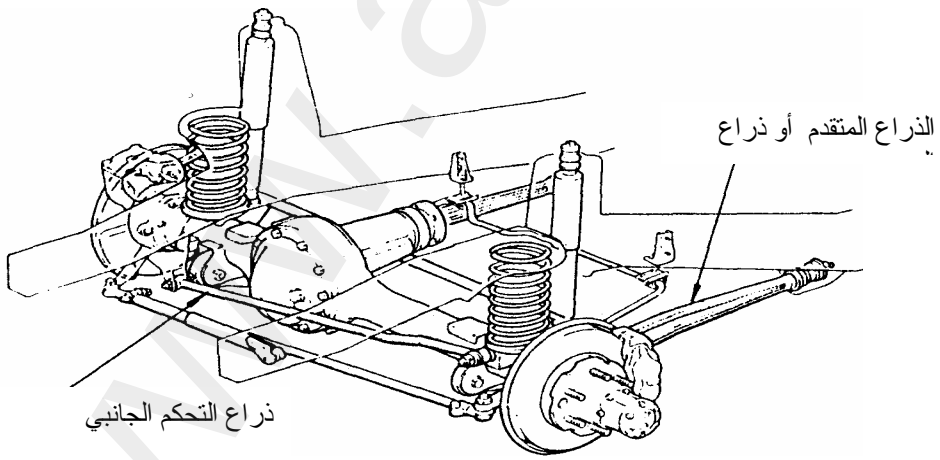


شكل – ٢٠٧ تعليق المحور الصلب في المحور الأمامي

نوع الذراع المتقدم بعمود جانبي وذراع الجر ، هذا النوع من التعليق يستعمل للتعليق الأمامي كما في شكل – ٢٠٨ . في هذا النوع ، وضع المحور والذي تحدده الياءات الورقية في نوع الياءات الورقية المتوازية ، والذي يحدد بواسطة الذراع المتقدم أو ذراع الجر وعمود التحكم الجانبي بدلا عن ذلك. وهذا أفضل من الياءات الورقية في النقاط آلاتية:

يمكن جعل ثابت الياي (الكزازة) أقل فإن راحة الراكب تكون جيدة.

صعوبة حدوث الالتفاف بسبب صلابة ذراع الجر.



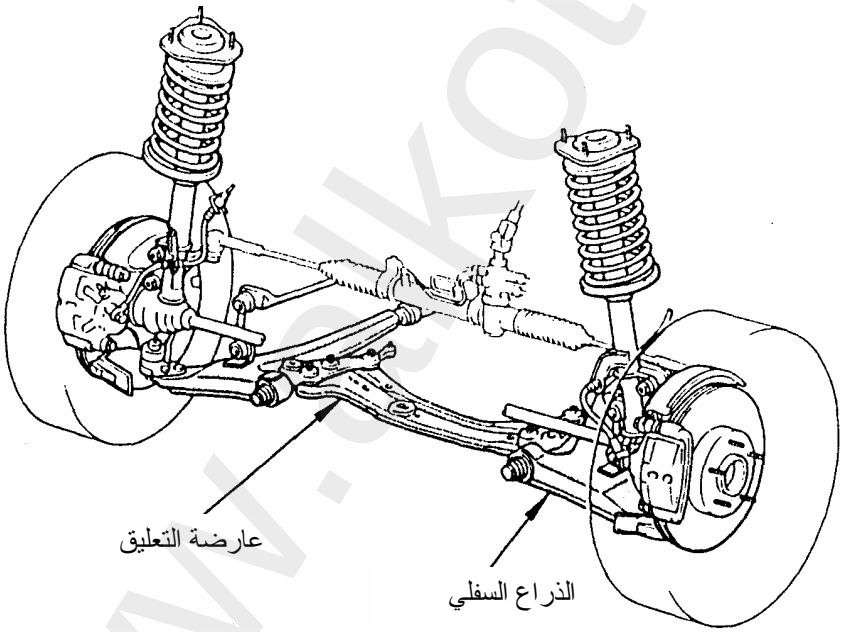
شكل – ٢٠٨ التعليق الأمامي ذو الذراع المتقدم بعمود جانبي

www.alkottob.com

التعليق المستقل

شكل – ٢٠٩ يوضح المحور الأمامي للتعليق المستقل ، ومن أهم مميزات التعليق المستقل كالآتي:

١. الوزن غير المعلق يمكن خفض ارتفاعه ورفع درجة التلامس بين الطريق والإطارات نتيجة لذلك فإن راحة الركوب واتزان القيادة جيدة.
٢. في التعليق المستقل ، الياءات تحمل الجسم فقط ، ولا تساعد في تحديد وضع العجلات (هذا يتم بواسطة الوصلات) . هذا يعني أنة يمكن استعمال ياءات أكثر مرونة.
٣. في التعليق المستقل ، لا يوجد محور يوصل العجلات اليمني واليسرى فإن ارتفاع أرضية السيارة وقواعد المحرك يمكن تقليل ارتفاعها هذا يعني انخفاض مركز ثقل السيارة مما يؤدي إلى تحسين استقرار السيارة على الطريق في الحالة الديناميكية ويمكن جعل غرفة الركاب و الشنطة اكبر حجما.
٤. تركيب التعليق المستقل معقد قليلا.
٥. مساحة التلامس للإطار مع سطح الطريق (مداس الإطار) وزوايا العجلات يتغيران مع حركة العجلات للأعلى والأسفل.



شكل – ٢٠٩ المحور الأمامي للتعليق المستقل

www.alkottob.com

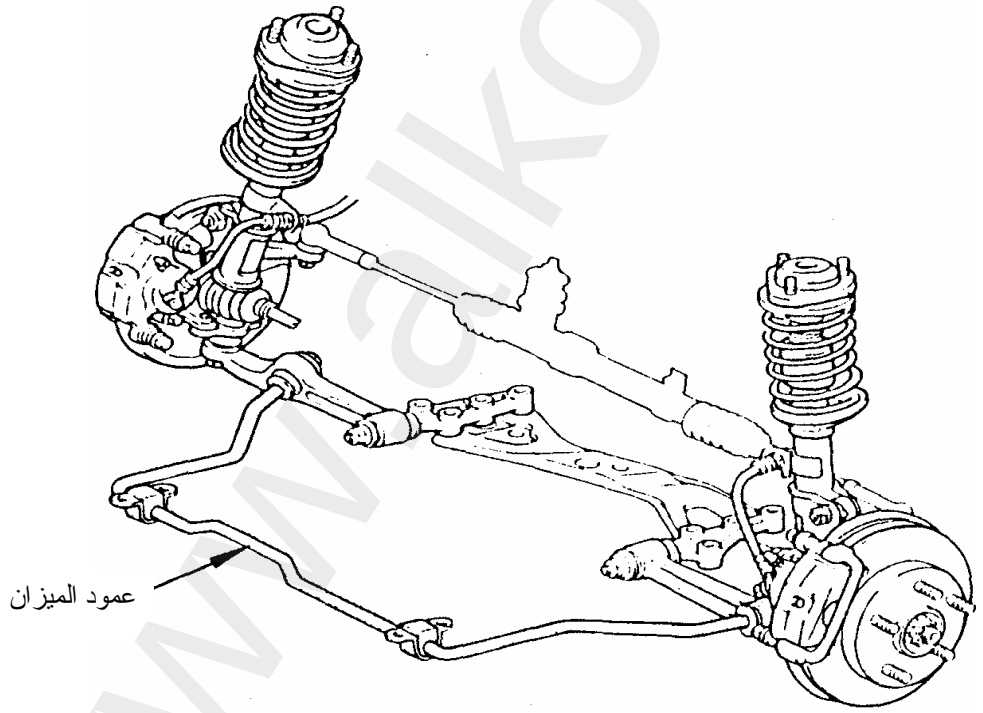
أنواع التعليق المستقل

يوجد أنواع عدة من التعليق المستقل منها عمود ماكفرسون ، نوع العظم المسند الثنائي ، نوع شبه ذراع الجر.

١. **التعليق المستقل نوع عمود ماكفرسون** ، هذا النوع من التعليق هو الأكثر استعمالا للتعليق الأمامي للسيارات الصغيرة والمتوسطة الحجم شكل – ٢١٠ يوضح التعليق المستقل نوع ماكفرسون للمحور الأمامي

من أهم مميزات نوع عمود ماكفرسون :

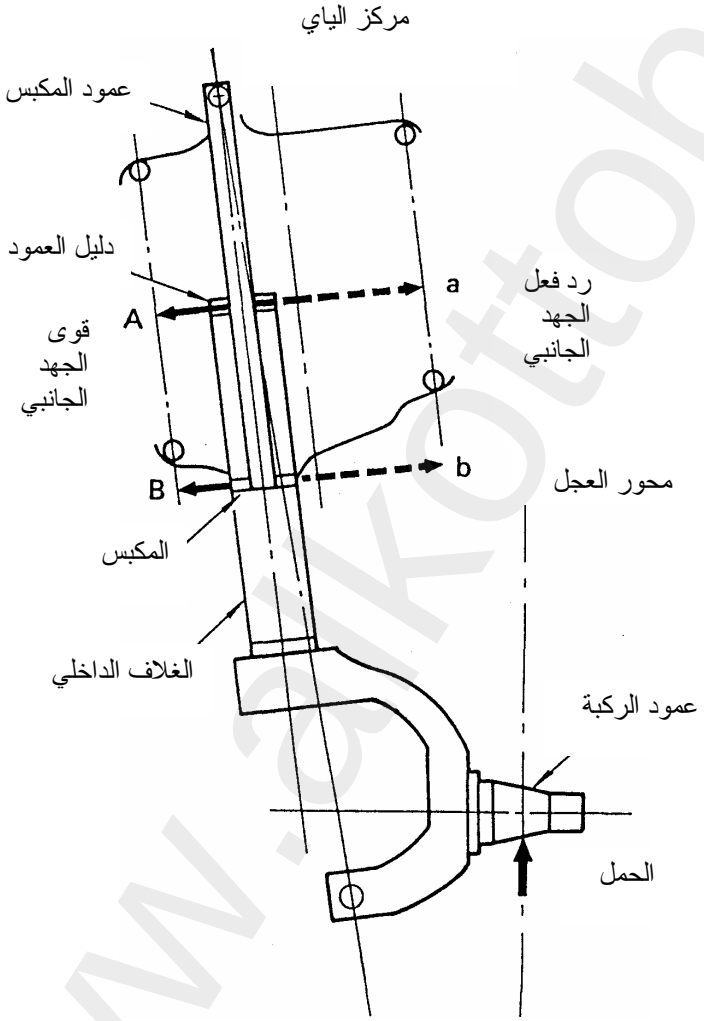
- تركيب التعليق نوع عمود ماكفرسون نسبيا بسيط.
- خفيف الوزن لان أجزائه بسيطة نتيجة لذلك ينخفض الوزن غير المعلق
- يشغل فراغاً بسيطاً
- المسافة بين نقاط التثبيت التعليق كبيرة فيوجد تداخل بسيط وقليل في زوايا العجل الأمامي للسيارة نتيجة خطا في التركيب أو تصنيع الأجزاء نتيجة لذلك لا يحتاج إلى ضبط زوايا بل يحتاج فقط إلى ضبط لم أو فتح المقدمة.



شكل – ٢١٠ التعليق المستقل نوع ماكفرسون للمحور الأمامي

www.alkottob.com

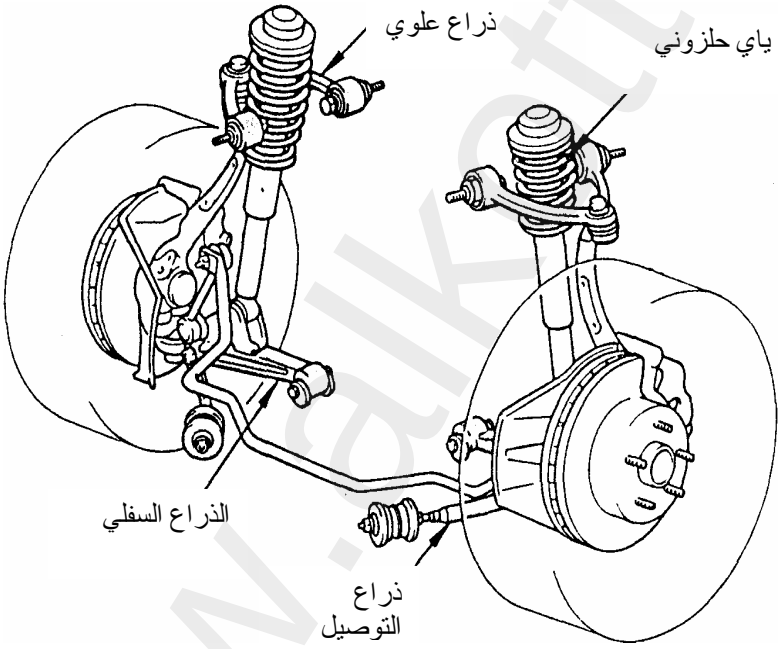
- في التعليق نوع عمود ماكفرسون يعمل مصاص الصدمات كجزء من وصلات التعليق يتحمل الحمل الراسي ولان مصاص الصدمات يقع عليه من العجلات ، فإنه سوف ينثني قليلا يسبب ذلك تكوين جهد جانبي كما هو في شكل – ٢١١ ، خالقا احتكاكاً بين عمود المكبس ودليل العمود ، وبين المكبس والغلاف الداخلي ، مسببا أصواتاً غير عاجية ومؤثراً سلبا على راحة الراكب. هذه المشاكل يمكن تقليلها بواسطة إزاحة الياءات من منتصف العمود أو ماص الصدمات حتى تتكون قوة رد فعل مضادة للقوي الجهد الجانبي.



شكل – ٢١١ التعليق المستقل نوع عمود ماكفرسون وتأثير الجهد الجانبي ورد فعله

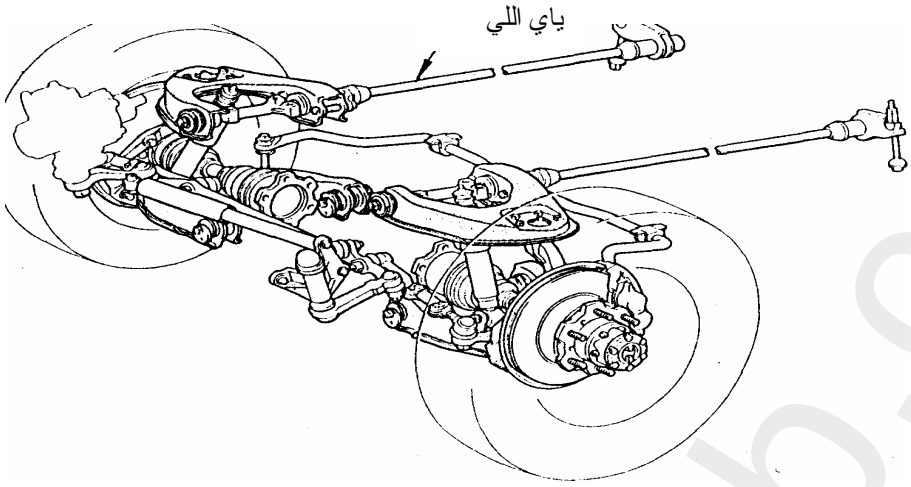
www.alkottob.com

٢. **نوع العظم المسند الثنائي** ، هذا النوع يستعمل في التعليق الأمامي للشاحنات الصغيرة كما هو في شكل – ٢١٢ ، والتعليق الأمامي في سيارات الركوب. شكل – ٢١٣ يوضح المحور الأمامي للسيارات ذات للدفع الأمامي. أطوال وضع زوايا الأذرع تتحكم في حركة العجلات عندما تلف السيارة أو تسير فوق المطبات ، هذه الحركة تؤثر أيضا في التوجيه ، ملامسة الطريق ، وتآكل الإطارات إذا جعلت الأذرع العليا والسفلي متوازية وبأطوال متساوية ، فإن العجلات لن تميل عند حركتها أعلى وأسفل فوق المطبات ذلك يجعل المسافة بين العجلات اليمنى واليسرى تتغير مما ينتج عنه تآكل كبير في الإطارات. في معظم السيارات الحديثة لا تكون الأذرع متوازية ولا بأطوال متساوية ، ذلك يجعل العجلات تميل قليلا للداخل كلما مرت على مطبات ، بحيث لا تتغير المسافة بين العجلتين وبذلك يتحسن الدوران من جهة لأخرى لان العجلات الخارجية والتي تحمل حملاً أكبر وعلية تبذل جهد دوران أكبر من الأخرى. تحافظ بقدر الإمكان على زوايا قائمة مع سطح الطريق وبذلك يتحسن التلامس مع الطريق.



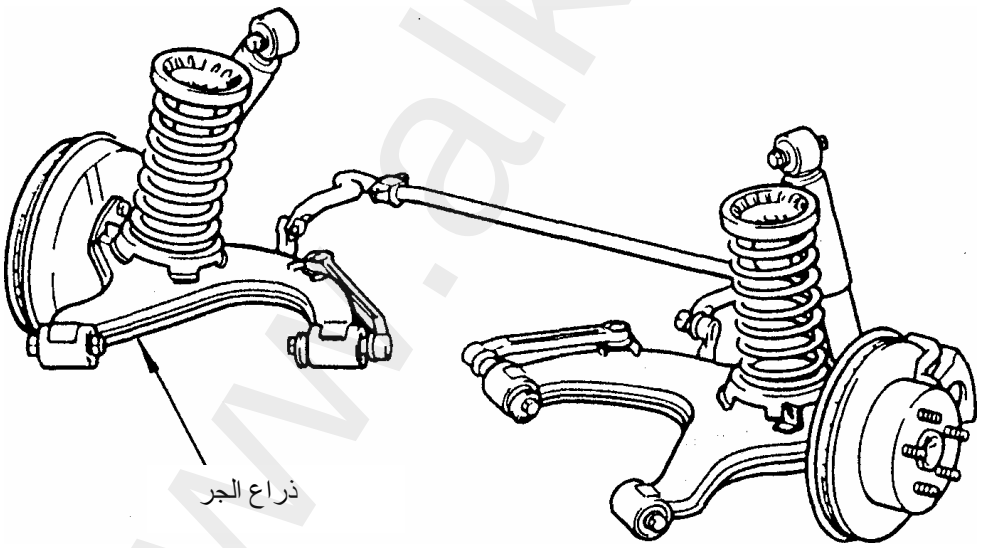
شكل – ٢١٢ التعليق المستقل نوع العظم المسند الثنائي للمحور الأمامي

www.alkottob.com



شكل – ٢١٣ التعليق المستقل نوع العظم المسند الثنائي للمحور الأمامي ودفع أمامي

٣. **نوع شبة ذراع الجر** ، هذا النوع من التعليق المستقل يستعمل للتعليق الخلفي للسيارات كما هو موضح في شكل – ٢١٤. في هذا النوع من التعليق المستقل يمكن التحكم في مقدار تغير لم المقدمة وزاوية الكامبر عن طريق تغيير طول كل ذراع ثم ضبط زاوية تركيب الذراع وزاوية ميل المحور للحصول على قيادة ثابتة.



شكل – ٢١٤ التعليق المستقل ذو نوع شبة ذراع الجر

www.alkottob.com

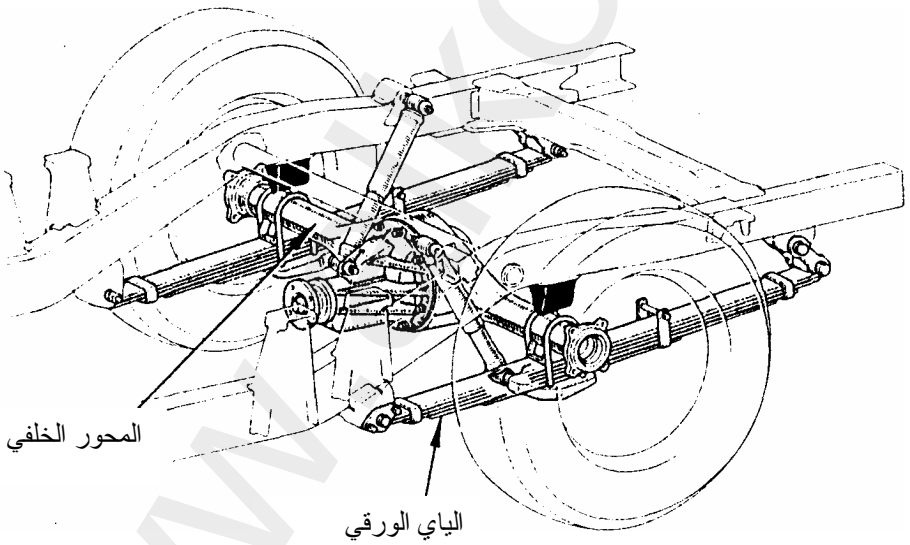
الفصل الخامس

نظام التعليق الخلفي

التعليق الخلفي للسيارات يمكن تقسيمه إلى نوعين ، النوع الأول تعليق المحور الصلب و النوع الثاني التعليق المستقل.

أنواع تعليق المحور الصلب

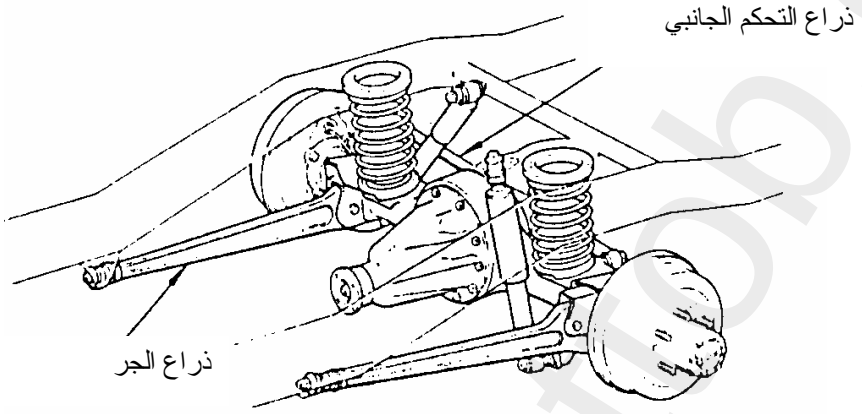
- **نوع الياءات الورقية المتوازية** : هذا النوع يستعمل للتعليق الخلفي كما في شكل - ٢١٥ في التعليق الخلفي في المركبات التجارية. يعمل الياي كموصل لتثبيت المحور والموصلات المتفرقة عموما غير ضرورية إذن فإن تركيب التعليق بسيط ولكن بالمقارنة قوي. بما أن وضع المحور يتم تحديده بواسطة الياءات الورقية ، فإن هذا النوع من التعليق ليس جيداً جدا بالنسبة لراحة الراكب. راحة الراكب تقل نتيجة للاحتكاك الداخلي للورق في الياءات الورقية التسارع وعزم الفرامل تؤدي إلى الالتفاف والاهتزاز ، والالتفاف بدوره يؤدي إلى رفع نهاية المؤخرة وهبوط المقدمة.



شكل – ٢١٥ تعليق المحور الصلب في المحور الأمامي

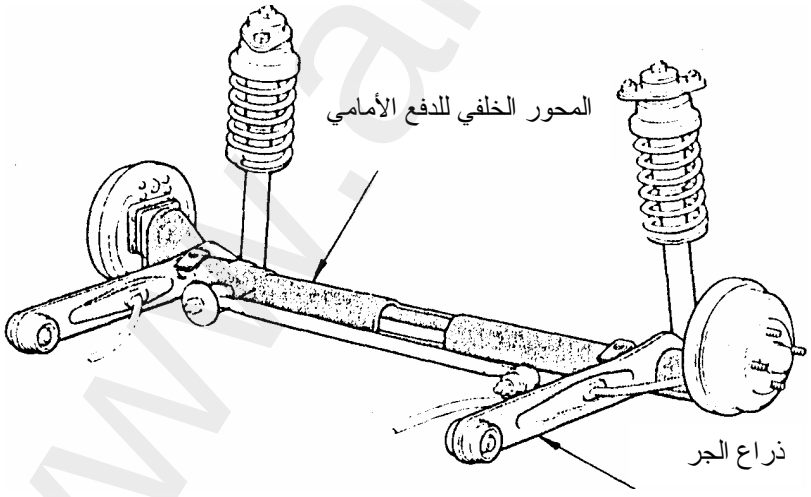
www.alkottob.com

- **نوع الذراع المتقدم بعمود جانبي ونوع ذراع الجر** ، هذا النوع من التعليق يستعمل للتعليق الخلفي كما في شكل – ٢١٦ . في هذا النوع ، وضع المحور والذي تحدده الياءات الورقية في نوع الياءات الورقية المتوازية ، والذي يحدد بواسطة الذراع المتقدم أو ذراع الجر وعمود التحكم الجانبي بدلا عن ذلك. وهذا أفضل من الياءات الورقية لأنه يمكن جعل ثابت الياي (الكزازة) أقل فإن راحة الراكب تكون جيدة وصعوبة حدوث الالتفاف بسبب صلابة ذراع الجر



شكل – ٢١٦ التعليق الخلفي ذو الذراع المتقدم بعمود جانبي

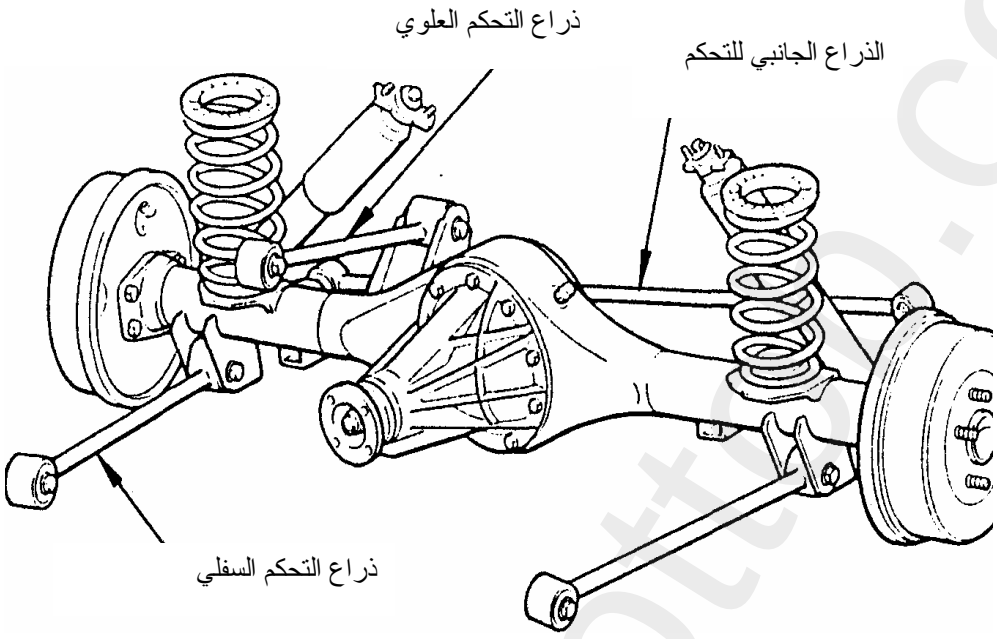
- **نوع ذراع الجر بعمود لي** ، تركيب هذا النوع بسيط ومدمج كما في شكل – ٢١٧ لذلك يستعمل للتعليق الخلفي في سيارات ذات الدفع الأمامي



شكل – ٢١٧ التعليق الخلفي للدفع الأمامي ذو ذراع الجر وعمود لي

www.alkottob.com

- نوع الوصلات الأربعة ، هذا النوع يستعمل في التعليق الخلفي ، وهو يوفر أحسن راحة للراكب لكل تعليقات المحور الصلب كما في شكل – ٢١٨. يتم تحديد موضع المحور بواسطة وصلات يمكن استعمال ياءات مرنة لتكون راحة الراكب جيدة



شكل – ٢١٨ التعليق الصلب للمحور الخلفي ذو الوصلات الأربعة

أنواع التعليق المستقل

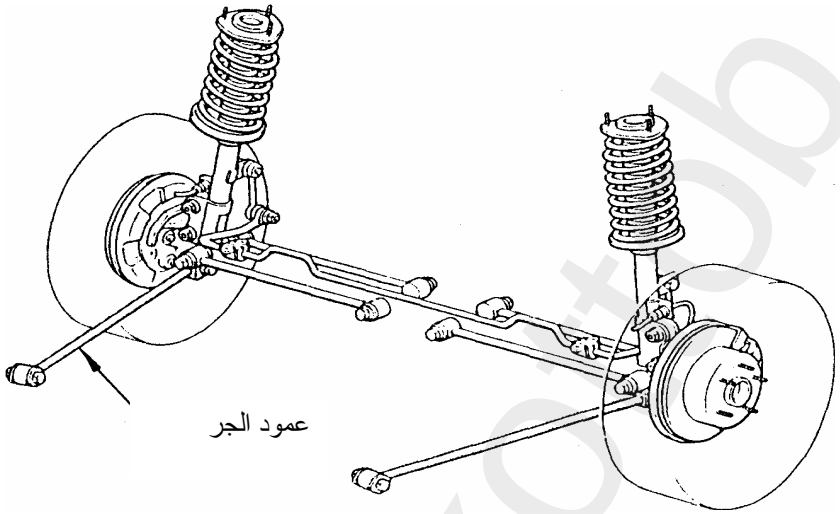
يوجد أنواع عدة من التعليق المستقل منها عمود ماكفرسون ، نوع العظم المسند الثنائي ، نوع شبه ذراع الجر.

- **التعليق المستقل نوع عمود ماكفرسون** ، هذا النوع من التعليق هو يستخدم في المحور الخلفي كما هو في شكل – ٢١٩ الذي يوضح التعليق المستقل نوع ماكفرسون للمحور الخلفي .

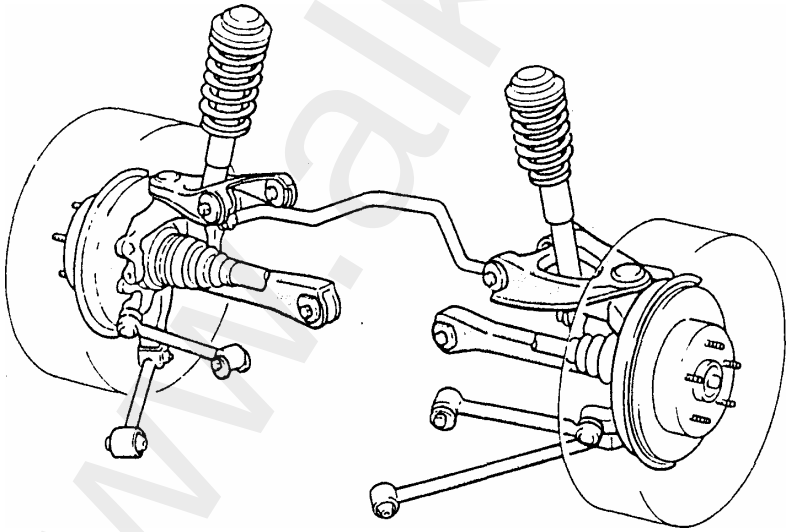
- **نوع العظم المسند الثنائي** (ذو الأذرع القصيرة والطويلة) ، هذا النوع يستعمل في التعليق الخلفي في سيارات الركوب. شكل – ٢٢٠ يوضح المحور الخلفي لسيارة ذات دفع أمامي. أطوال وضع زوايا الأذرع تتحكم في حركة العجلات عندما تلف السيارة أو تسير فوق المطبات ، هذه الحركة تؤثر أيضا في التوجيه ، ملامسة الطريق ، وتآكل الإطارات إذا جعلت الأذرع العليا والسفلى متوازية

www.alkottob.com

وبأطوال متساوية ، فإن العجلات لن تميل عند حركتها أعلى وأسفل فوق المطبات ذلك يجعل المسافة بين العجلات اليمنى واليسرى تتغير مما ينتج عنه تآكل كبير في الإطارات. في معظم السيارات الحديثة لا تكون الأذرع متوازية ولا بأطوال متساوية ، ذلك يجعل العجلات تميل قليلا للداخل كلما مرت على مطبات ، بحيث لا تتغير المسافة بين العجلتين وبذلك يتحسن الدوران من جهة لأخرى لأن العجلات الخارجية والتي تحمل حملاً أكبر وعليه تبذل جهد دوران أكبر من الأخرى. تحافظ بقدر الإمكان على زوايا قائمة مع سطح الطريق وبذلك يتحسن التلامس مع الطريق.



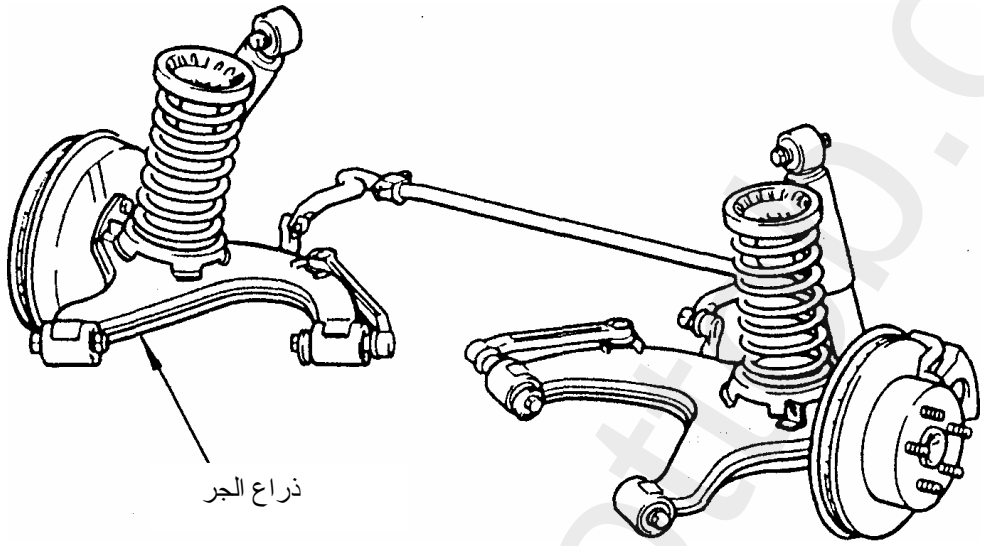
شكل – ٢١٩ التعليق المستقل نوع ماكفرسون للمحور الخلفي



شكل – ٢٢٠ التعليق المستقل نوع العظم المسند الثنائي للمحور الخلفي

www.alkottob.com

- **نوع شبة ذراع الجر** ، هذا النوع من التعليق المستقل يستعمل للتعليق الخلفي للسيارات كما هو موضح في شكل – ٢٢١. في هذا النوع من التعليق المستقل يمكن التحكم في مقدار تغير لم المقدمة وزاوية الكامبر عن طريق تغيير طول كل ذراع ثم ضبط زاوية تركيب الذراع وزاوية ميل المحور للحصول على قيادة ثابتة.



شكل – ٢٢١ التعليق المستقل ذو نوع شبة ذراع الجر

www.alkottob.com

الفصل السادس

أنظمة التعليق الحديثة المستخدمة في السيارات

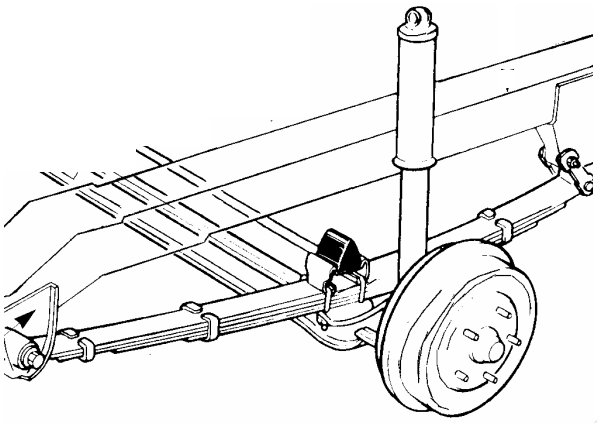
نظام التعليق التقليدي Conventional suspension system

نظام التعليق التقليدي (السلبي) المستخدم في السيارات ، يمكن تصنيفه إلى ثلاث أنظمة ، النظام السلبي وفي هذا النظام يمكن استخدام أي نوع من أنواع الياءات التي تكلمنا عنها سابقا مع أي نوع من أنواع ماص الصدمات . معنى نظام سلبي ، هذه الأنظمة تعمل على تبديد الطاقة بدون دخول أي طاقة خارجية إلى النظام ويمكن تقسيم أنظمة التعليق السلبي إلى الآتي:

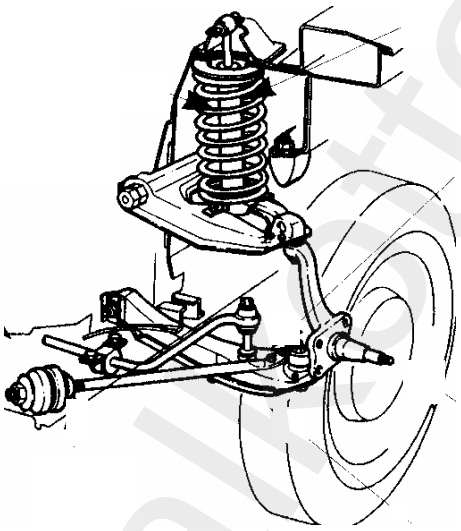
- **نظام التعليق السلبي** passive suspension system

نظام التعليق الصلب السلبي ، يتكون من ياي ورقي وماص الصدمات كما في شكل – ٢٢٢. يمكن منه الوصول إلى درجة عالية لراحة الراكب عن طريق اختيار أمثل لكزازة الياي ومعامل الخمد للمساعد. الياي الورقي به نسب خمد من احتكاك أجزاء الياي الورقات بعضها بعض. شكل – ٢٢٣ يوضح نظام تعليق صلب سلبي ذا ياي حلزوني وماص صدمات توقف راحة الركوب على قيم كزازة الياي الحلزوني ونسبة معامل الخمد لماص الصدمات. يمكن وضع الياي على التوازي مع ماص الصدمات، يمكن وضع ماص الصدمات على التوازي مع الياي لكن في وضع مائل بالنسبة للياي ، وهذا يقلل من الحمل الواقع على ماص الصدمات ويزيد من عمره ، لكن يؤثر على نسبة معامل الخمد لماص الصدمات بالسلب. يمكن وضع ماص الصدمات داخل الياي الحلزوني . شكل – ٢٢٤ يوضح نظام التعليق الصلب السلبي ذا ياي عمود اللي وماص الصدمات.

www.alkottob.com

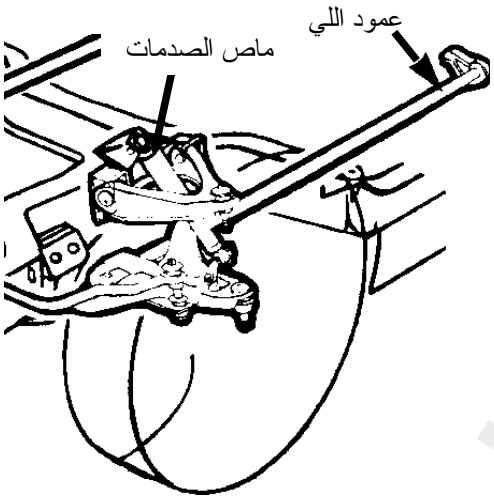


شكل – ٢٢٢ نظام التعليق الصلب ذو الياي الورقي (الريشي) وماص الصدمات



شكل – ٢٢٣ نظام التعليق الصلب السلبي ذو الياي الحلزوني وماص الصدمات بداخله

www.alkottob.com

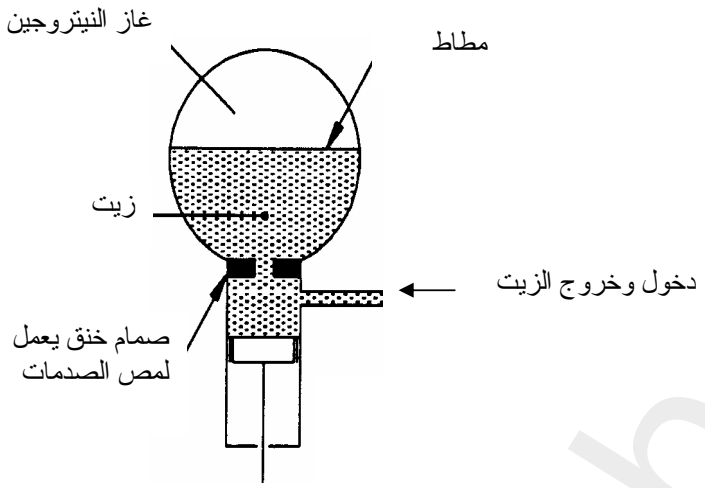


شكل –٢٢٤ نظام التعليق الصلب السلبي ذو عمود اللي وماص الصدمات

نظام التعليق الهيدروبنيومتك السلبي Hydro pneumatic passive suspension system

نظام التعليق الهيدروبنيومتيكي السلبي ، يستخدم في هذا النظام الياي الغازي مع ماص الصدمات العادي أو يمكن عمل ماص صدمات داخلي . لتشغيل نظام التعليق الهيدروبنيومتيكي السلبي لابد من توافر ياي غازي كما في شكل – ٢٢٥ اسطوانة بداخلها مكبس ، عمود المكبس يتصل بمحور السيارة والاسطوانة متصلة مباشرة مع الاسطوانة من الجهة الأخرى. يوضع غاز النيتروجين تحت ضغط داخل الياي الغازي ويوضع زيت هيدروليكي تحت ضغط فوق المكبس وأسفل الياي الغازي ، ويمكن عمل خنق لحركة الزيت ولتشغيل هذا النظام بدون ماص صدمات خارجي ويتم مص الصدمات داخليا أثناء حركة الزيت. هذا النظام يحتاج إلى مضخة زيت وزيت وصمامات ووصلات زيت وخزان زيت ويمكن تطبيق نظام الارتفاع الذاتي لمركز ثقل السيارة كما في السيارة الستر وين عن طريق تغير ضغط الزيت داخل النظام.

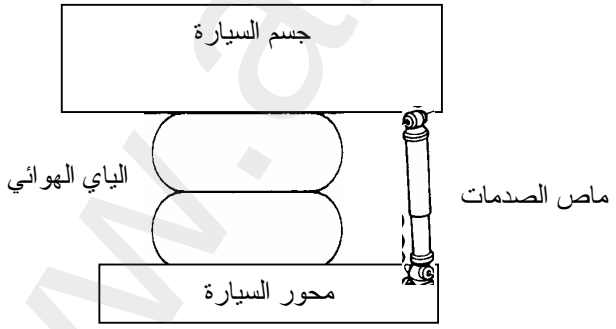
www.alkottob.com



شكل – ٢٢٥ نظام التعليق الهيدروبنيومتيكي السلبي

نظام التعليق البنيوماتيكي السلبي Pneumatic passive suspension system

نظام التعليق البنيوماتيكي السلبي ، يتكون من ياي هوائي مع ماص صدمات ويمكن تغير كزازة الياي بتغيير ضغط الهواء داخل الياي الهوائي كما في شكل – ٢٢٦. لتشغيل هذا النظام يحتاج إلى ضاغط هواء وصمامات ووصلات هواء وخزان هواء ويمكن تطبيق نظام الارتفاع الذاتي لمركز ثقل السيارة كما في السيارة النقل الثقيل والأتوبيسات عن طريق تغير ضغط الهواء داخل النظام. هذا النظام يحتوي على نسبة خمد داخلية في الياي الهوائي لكن لابد من وجود ماص الصدمات مع هذا النظام.



شكل – ٢٢٦ نظام التعليق البنيوماتيكي السلبي

www.alkottob.com

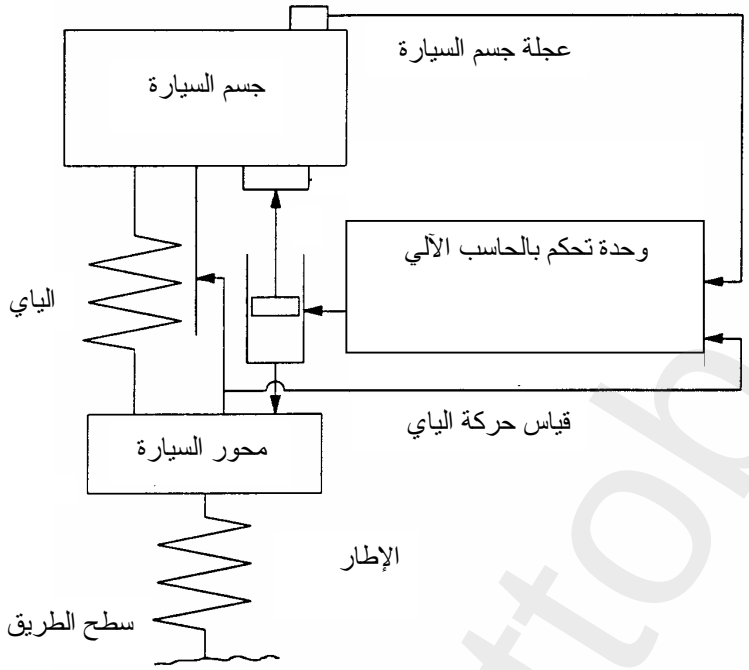
نظام التعليق غير التقليدي بالتحكم الآلي

نظام التعليق غير التقليدي هو نظام يمكن التحكم فيه أثناء سير السيارة على حسب سرعة السيارة أو نوع الطريق ودرجة خشونة سطح الطريق. يوجد أنظمة كثيرة من التعليق غير التقليدية في السيارات الحديثة. وقد تسبب وجود الحاسب الآلي داخل السيارات الحديثة في الاستفادة من تطبيق التحكم الآلي على نظام التعليق بها. يمكن تصنيف أنظمة التعليق المستخدمة في السيارات الحديثة حاليا إلى الأتي:

نظام التعليق ماص الصدمات متعدد معامل الخمد Switchable damper suspension system

نظام التعليق ذي ماص الصدمات متعدد معامل الخمد ، يتكون من أي نوع من أنواع الياءات المختلفة السابق ذكرها مع ماص الصدمات ذو قيم متغيرة لمعامل الخمد كما في شكل - ٢٢٧. يوجد ثلاثة أنواع من هذا النظام ، النوع الأول ، (Two-state switchable damper) ماص الصدمات ذو قيمتين لمعامل الخمد يعمل على اختيار قيمة من هذين القيمتين على حسب سرعة السيارة وخشونة سطح الطريق ويعطي هذا النوع من التعليق راحة ركوب أكثر من النظام السلبي التقليدي. النوع الثاني ، ماص الصدمات ذو ثلاث قيم لمعامل الخمد ((Three-state switchable damper يعمل على اختيار قيمة من الثلاث قيم لمعامل الخمد على حسب سرعة السيارة وخشونة سطح الطريق ويعطي هذا النوع راحة ركوب اكثر من النظام التعليق ماص الصدمات ذو قيمتين لمعامل الخمد ونظام التعليق السلبي التقليدي. النوع الثالث ، ماص الصدمات ذو قيم متعددة لمعامل الخمد ((Multi-state switchable damper يعمل على اختيار قيمة من قيم معمل الخمد لماص على حسب سرعة السيارة وخشونة سطح الطريق ويعطي هذا النوع راحة ركوب أكثر من نظام التعليق ماص الصدمات ذو قيمتين لمعامل الخمد و نظام التعليق ماص الصدمات ذو ثلاث قيم لمعامل الخمد ونظام التعليق السلبي التقليدي. وهذا النظام لا يحتاج إلى طاقة خارجية بل يبدد الطاقة عن طريق تغير صمامات ماص الصدمات. لتشغيل هذه الأنظمة لابد من استخدام حساسات لقياس عجلة جسم السيارة ومسافة تحرك الياي ويجمع هذا داخل الحاسب إلى ويتم التحكم في صمامات ماص الصدمات الخاص وهو من إنتاج شركة مونرو الشهيرة، ويوجد سيارات عدة بها هذا النظام على سبيل المثال المتسوبيشي.

www.alkottob.com

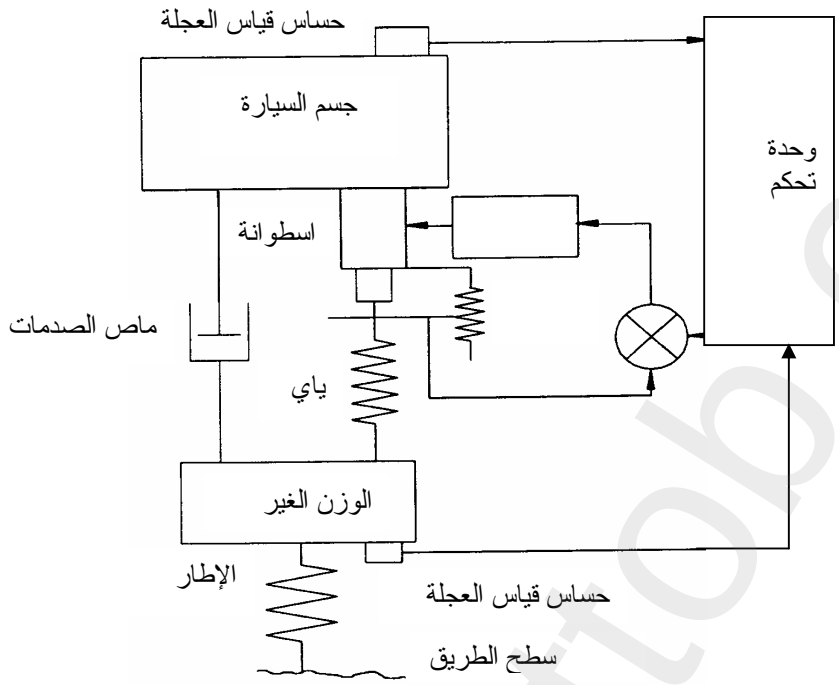


شكل – ٢٢٧ نظام التعليق ذو ماص الصدمات متعدد معامل الخمد

نظام التعليق المحدود أو البطيء Limited bandwidth active suspension system

نظام التعليق البطيء أو المحدود ، هو نظام تعليق فعال يحتاج إلى قوة خارجية تدخل إلى النظام لتعمل في اتجاه معاكس للقوة التي تتولد من تتداخل الإطارات مع سطح الطريق وعدم استوائه. نظام التعليق البطيء أو المحدود يعمل خلال فترة محدد للتردد على سبيل المثال خلال ٣ هرتز حيث تكون هذه الفترة يحدث بها التوافق الرنيني بين جسم السيارة المعلق وبين القوة التي تتولد من تداخل الإطارات مع الطريق. هذا النظام له القدرة على العمل كنظام تعليق سلبي أثناء تردد أعلى من التردد المحدود. يمكن تطبيق هذا النظام على النظام الهوائي أو النظام الهيدروبنيومتيك. شكل – ٢٢٨ يوضح شكل تخطيطي لنظام التعليق البطيء أو المحدود. يتكون هذا النظام من ماص للصدمات أي نوع من الأنواع السابق ذكرها على التوازي مع ياي واسطوانة قدرة على التوالي. يعمل هذا النظام عند فترة تردد محدودة خلالها يتم التحكم في هذا النظام ودفع قوة خارجية من مضخة بمساعدة صمام تحكم ووحدة تحكم خلال تردد أعلى من التردد المحدد لا يعمل نظام التحكم وفي هذه الحالة يعمل النظام كياي وماص الصدمات فقط كنظام سلبي.

www.alkottob.com

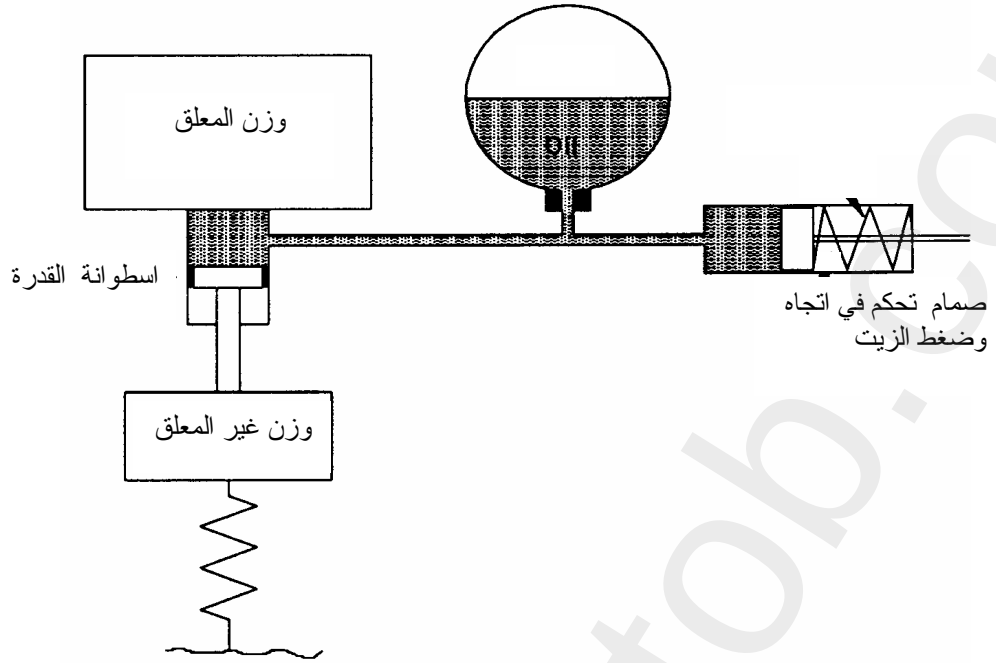


شكل - ٢٢٨ نظام التعليق البطيء أو المحدود

نظام التعليق الفعال Active suspension system

نظام التعليق الفعال ، نظام التعليق فعال يحتاج إلى قوة خارجية تدخل إلى النظام لتعمل في اتجاه معاكس للقوة التي تتولد من تتداخل الإطارات مع سطح الطريق وعدم استوائه. نظام التعليق الفعال يعمل خلال جميع التردد. يمكن تطبيق هذا النظام على النظام الهيدروبنيوماتيك. شكل – ٢٢٩ يوضح شكل تخطيطي لنظام التعليق الفعال. يتكون هذا النظام من اسطوانة قدرة تركب بين الوزن المعلق والوزن غير المعلق تتصل بخط زيت هيدروليكي من مضخة وخزان زيت ومثبت ضغط الزيت و فلتر لتنقية الزيت وصمام تحكم عن طريقة يمكن التحكم في كمية وضغط واتجاه الزيت ليعطي هذا النظام قوة معاكسة للقوة الناتجة من تداخل الإطارات مع سطح الطريق ، ويتم ذلك عن طريق قياس بحساسات ترسل إلى وحدة التحكم والتي تتحكم في ضغط واتجاه وكمية الزيت. من عيوب هذا النظام أنه مرتفع التكاليف ومعقد في التشغيل كما يعتمد تشغيل على قيمة الزمن ألللازم لتنفيذ هذه القوة المطلوبة كلما قل هذا الزمن ارتفعت أسعار أجزاء النظام. يعتبر هذا النظام من أفضل الأنظمة المستخدمة في السيارات لكنه مرتفع التكاليف.

www.alkottob.com



شكل – ٢٢٩ نظام التعليق الفعال

نظام التعليق ذو الياين الغازيين

نظام التعليق ذو الياين الغازيين ، هو نظام هيدروليكي يتكون من اسطوانة قدرة عدد اثنين ياي غازي ويوضع بعد الاسطوانة مباشرة صمام خنق للزيت المشحون به النظام ثم ياي غازي ثم صمام خنق ثم ياي غازي. لتشغيل هذا النظام لابد من وجود مضخة زيت وخزان وصمام عدم رجوع الزيت.ويعطي هذا النظام راحة أكبر للركوب من النظام السلبي وأقل بقليل من النظام الفعال ويعتبر هذا النظاماً نظاماً تطبيقي حيث إنه يعمل بدون حساسات ولا يحتاج تحكم ولا وحدة تحكم وهو رخيص الثمن والتكاليف.يوضح شكل – ٢٣٠ نظام التعليق ذو الياين الغازيين.

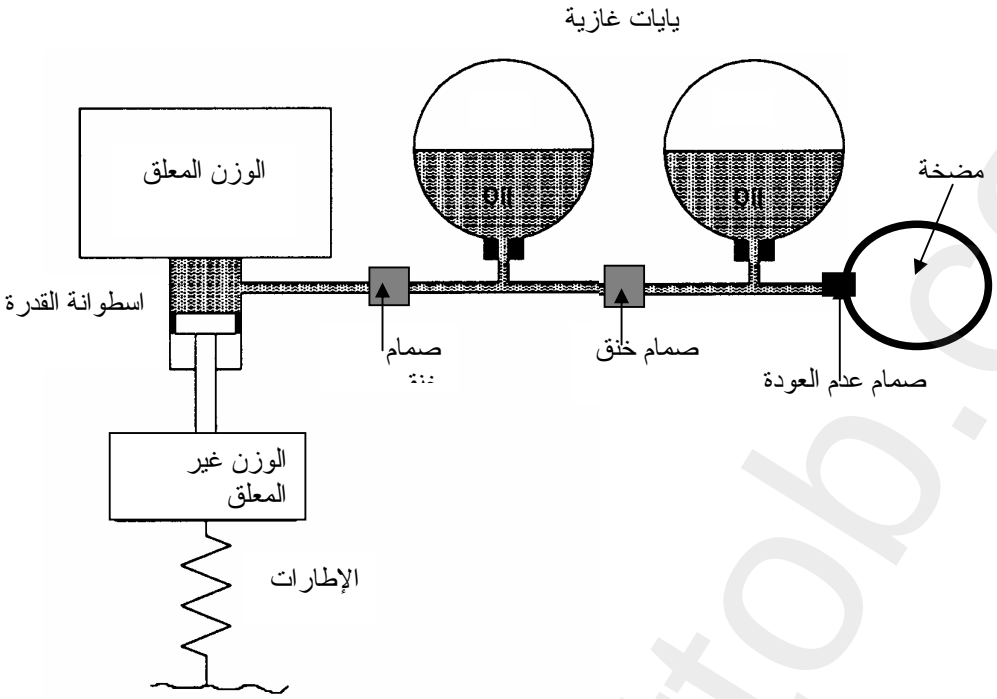
تقييم أنظمة التعليق

لتقييم أنظمة التعليق ، لابد من قياس الآتي:

١. حركة السيارة إلى أعلى واسفل حول محور Z
٢. حركة السيارة حول محور Y
٣. حركة السيارة حول محور X
٤. الإزاحة الديناميكية للياي
٥. القوى الديناميكية للإطار

لابد من تقليل العوامل السابقة معا حتى لا تؤثر على اتزان السيارة على الطريق

www.alkottob.com



شكل – ٢٣٠ نظام التعليق ذو اليايين الغازيين

www.alkottob.com

الفصل السابع

زوايا العجل

وظيفة زوايا العجل

لكي تكون القيادة أكثر سهولة لابد من ضبط زوايا العجل حتى لا تتعرض السيارة للأتي:

١. ثقل التوجيه.
٢. عدم اتزان العجل.
٣. رجوع صعب لعجلة القيادة وخاصة في الدورانات.
٤. تأكل سطح الإطار وقصر عمرة.

أنواع زوايا العجل

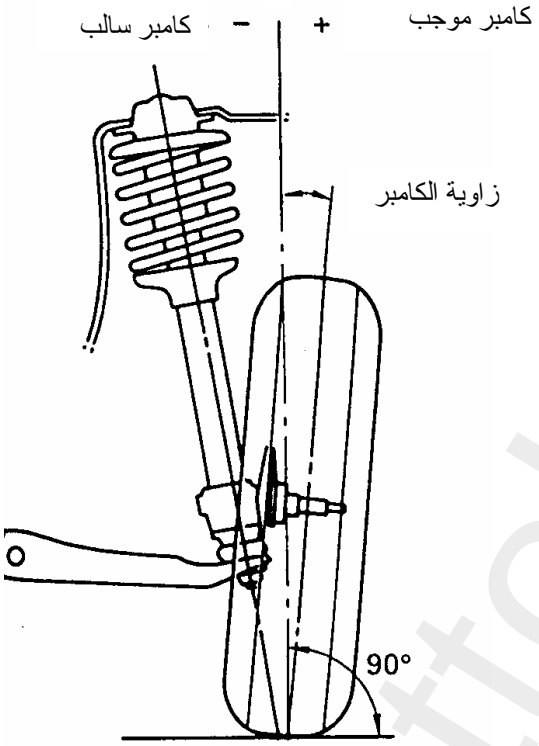
يوجد أنوع عدة لزوايا العجل وهي كما يلي:

١. زاوية الكامبر.
٢. زاوية الكاستر.
٣. زاوية الكنج بن.
٤. الزاوية الكاملة.
٥. لم المقدمة.

زاوية الكامبر

زاوية الكامبر هي ميل العجلة عند النظر إليها من الأمام ، تمسي زاوية الكامبر موجبة عند ميل العجل إلى الخارج وسالب إذا كان ميل العجل إلى الداخل كما هو واضح في شكل – ٢٣١ . تعمل زاوية الكامبر على تلامس جيد بين الإطار وسطح الطريق بزاوية قائمة وتمنع تآكل سطح الإطار، زاوية الكامبر الموجبة تقلل الحمل العمودي على العجل وتمنع انزلاق العجل وتقلل الجهد المبذول في التوجيه. الكامبر السالب يعمل سهولة السير والتوجيه ويستخدم في سيارات السباق وفي العجلات الخلفية. تصمم السيارات بزاوية كامبر موجبة لإطالة عمر المحور الأمامي وتقليل الحمل العمودي ومنع انزلاق العجل وتقليل الجهد المبذول للتوجيه. زاوية الكامبر في بعض الأحيان تصمم على أن تكون صفر لمنع تآكل الإطار . زاوية الكامبر السالبة تصمم لكي تحافظ على اتزان السيارة أثناء الدوران.

www.alkottob.com



شكل – ٢٣١ زاوية الكامبر

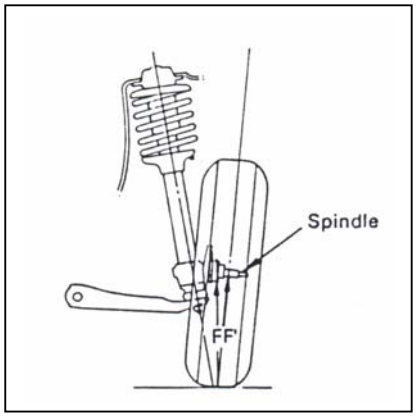
الكامبر الموجب

مهام الكامبر الموجب كما يلي: -

١) تقليل الحمل العمودي:

عندما يكون الكامبر صفرا فإن الحمولة العمودية ستكون في نقطة تقاطع خط مركز الإطار والعمود، كما موضح في الشكل ــ ٢٣٢ بـF.هذا الاتجاه للحمولة قد يؤدي إلى سهولة ثني العمود (Spindle) أو الركبة، فإن إعطاء العجل كمبر موجب يجعل الحمولة تتجه إلى الداخل على العمود (S)، كما موضح في الرسم بـ F مما يخفف الحمل المسلط على العمود (Spindle) أو الركبة.

www.alkottob.com

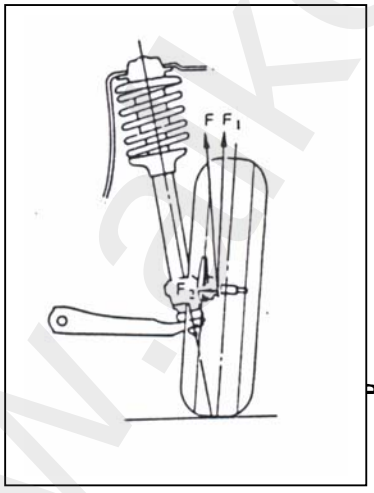


شكل – ٢٣٢ زاوية الكامبر الموجبة

٢) منع انزلاق العجل :

القوة المضادة F، والتي تساوي في قيمتها لحمولة المركبة، تسلط عمودياً على الطريق.

الحمولة F تنقسم إلى F1، والتي تسلط عمودياً بالنسبة لمحور العمود و F2 والتي تعمل موازية لمحور العمود. الحمولة F2 تدفع العجل إلى الداخل، مما يساعد على منع انزلاق العجل خارج العمود. الرمان بلي الداخلي للعجل عمل أكبر من الخارجي كي يتحمل هذه الحمولة.كما هو موضح في شكل ٢٣٣_



شـ

www.alkottob.com

٣) منع الكامبر السالب غير المرغوب فيه والناتج من الحمولة.

عند تسليط حمولة على المركبة، فإن الجزء الأعلى من العجلات يميل إلى الانحناء إلى الداخل بسبب تغير شكل أجزاء التعليق والجنب المتعلقة بها. الكامبر الموجب يساعد أيضاً في منع هذا الانحناء غير المرغوب فيه.

٤) تقليل الجهد المبذول للتوجيه :

الكامبر صفر

السبب الرئيسي لتصميم زاوية الكامبر صفر هو منع تآكل الإطارات بطريقة غير متساوية.

إذا أعطيت العجلات زاوية كامبر موجب، فإن الجزء الخارجي من الإطار يدور بنصف قطر أقصر من الجزء الداخلي للإطار. رغماً عن ذلك، بما أن سرعة دوران الإطار في الجانب الداخلي والخارجي متساوية، فإن الجانب الخارجي للإطار يجب أن يتزحلق على الأرض لانتظار الجزء الداخلي ليلحق به هذا يعجل من تآكل الجانب الخارجي للإطار. أما في حالة الكامبر السالب. فالعكس هو الصحيح فإن الجانب الداخلي يتآكل أسرع.

الكامبر السالب

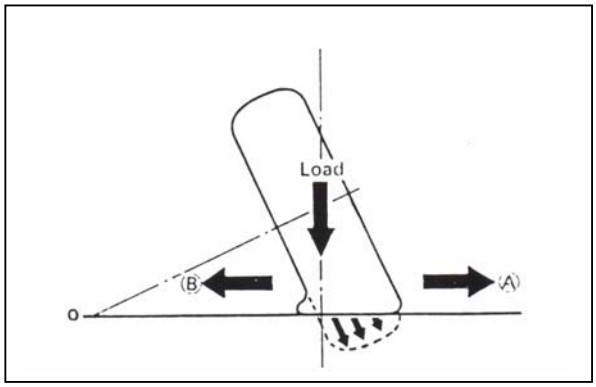
عندما تكون الحمولة عمودية لإطار به كامبر، فإن الإطار يحاول أن يتحرك إلى أسفل. على كل، بما أنه محدود الحركة بواسطة سطح الطريق، فإن مداس الإطار سوف يتغير شكله حسبما موضح في الشكل أدناه.

في نفس الوقت فإن خاصية المرونة للإطار تقاوم هذا التغير ولذلك تقوم برد فعل للتحمل في الاتجاه (A) نتيجة لرد الفعل في الاتجاه (A) فإن الإطار يتدحرج في الاتجاه (B) والقوة العاملة في الاتجاه (B) تسمى "قوة دفع الكامبر" كما هو موضح في شكل ـ٢٣٤ . وقوة دفع الكامبر تزيد مع زيادة انحراف الإطار بالنسبة لسطح الطريق (كامبر بالنسبة للطريق) بجانب زيادة الحمولة.

عند انعطاف السيارة في المنحنيات، فإن قوة دفع الكامبر على الجزء الخارجي للإطارات تعمل على تقليل قوة الانعطاف نتيجة للكامبر الموجب. القوة الطاردة تؤدي إلى ميلان المركبة عند دورانها بسبب عمل يايات التعليق، مغيرة الكامبر.

بعض موديلات المركبات تستغل هذا التأثير وبإضافة قليل من الكمبر السالب للقيادة المستقيمة للأمام بالتالي فإن الكامبر الموجب يتناقص أثناء الدوران منقصا قوة دفع الكامبر مما ينتج عنه قوة انعطاف كافية لإكمال الدوران (الانعطاف).

www.alkottob.com



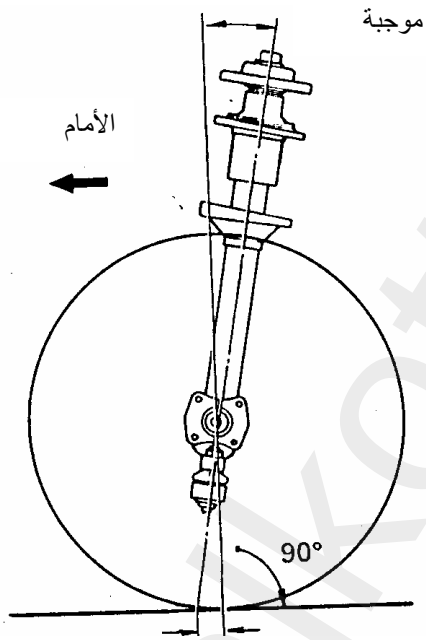
عدم ضبط زاوية الكامبر يؤدي إلى حدوث الآتي

١. تآكل الإطار من الداخل أو الخارج.
٢. تآكل الطرف الأمامي والمؤخرة للإطار.
٣. تأكل موضعي.
٤. نحر متجانس على سطح الإطار.
٥. زيادة جهد التوجيه.
٦. زيادة قيمة زاوية الكامبر الموجب يؤدي إلى تآكل الإطار.
٧. تآكل الكتف الخارجي للإطار نتيجة زيادة الكامبر السالب.

www.alkottob.com

زاوية الكاستر

زاوية الكاستر هي ميل العجلة عند النظر إليها من الجانب أو ميل محور القيادة للأمام أو الخلف ، زاوية الكاستر موجبة عند ميل المحور إلى الخلف وسالب إذا كان ميل المحور إلى الأمام كما هو واضح في شكل – ٢٣٥ . تعمل زاوية الكامبر على الاتزان في خط مستقيم واستعادة العجل لوضعه الأصلي بعد الدوران.



شكل – ٢٣٥ زاوية الكاستر

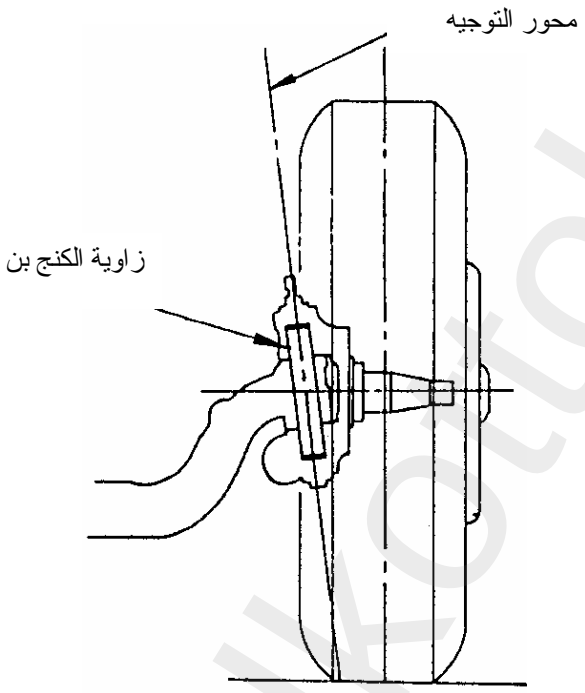
عدم ضبط زاوية الكاستر يؤدي إلى حدوث الآتي:

١. عدم استقرار حركة السيارة.
٢. عدم رجوع مجموعة التوجيه إلى وضع الحركة المستقيمة بعد الدوران.
٣. عدم اتزان العجل.
٤. شد في الفرامل.
٥. توجيه ثقيل .

www.alkottob.com

زاوية الكنج بن

زاوية الكنج بن هو ميل بنز تثبيت العجل أو المحور الذي يدور حوله العجل عندما يلف ناحية اليمين أو اليسار كما هو واضح في شكل – ٢٣٦ .



شكل – ٢٣٦ زاوية الكنج بن

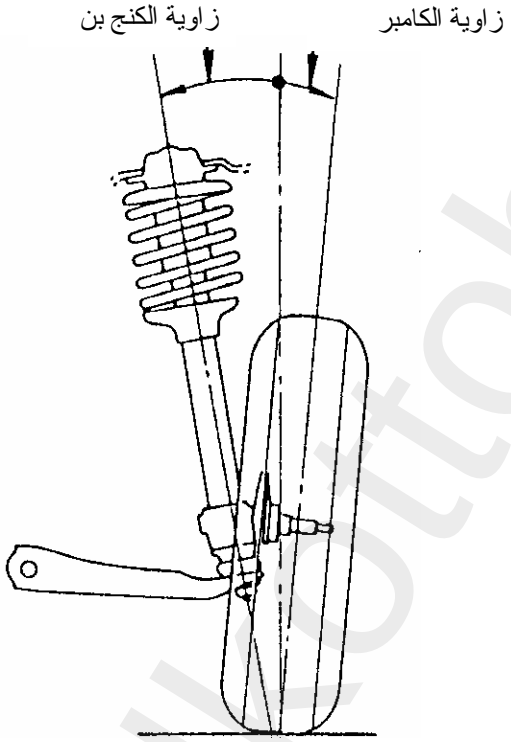
عدم ضبط زاوية الكنج بن يؤدي إلى حدوث الآتي:

١. ثقل التوجيه.
٢. عدم رجوع مجموعة التوجيه إلى وضع الحركة المستقيمة بعد الدوران.
٣. حدوث ضربات مرتدة من سطح الطريق.
٤. انحراف السيارة إلى أحد الجوانب.

www.alkottob.com

الزاوية الكاملة أو المحصورة

هي مجموع زاوية الكامبر مع زاوية الكنج بن كما هو واضح في شكل – ٢٣٧ . وهي تحدد صلاحية زاوية الكامبر وتحدد قيمة التغير في زاوية الكامبر.



شكل – ٢٣٧ الزاوية المحصورة (الكاملة) وهي مجموع زاوية الكامبر مع زاوية الكنج بن

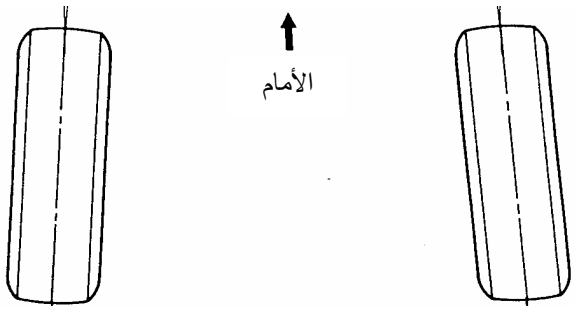
عدم ضبط الزاوية الكاملة يسبب:

١. انحناء المحور ٢. انحناء ذراع التحكم السفلي ٣. انحناء ذراع التحكم العلوي .
٤.اعوجاج المحور وذراع التحكم السفلي .

زاوية لم المقدمة أو انفراج المقدمة

عندما يكون العجل متقارباً لبعضها أكثر من الأمام عن الخلف عند النظر من أعلى تسمى لم المقدمة كما في شكل – ٢٣٨ ، العكس يسمى انفراج المقدمة

www.alkottob.com



شكل – ٢٣٨ زاوية لم المقدمة

عدم ضبط زاوية لم المقدمة يسبب الآتي

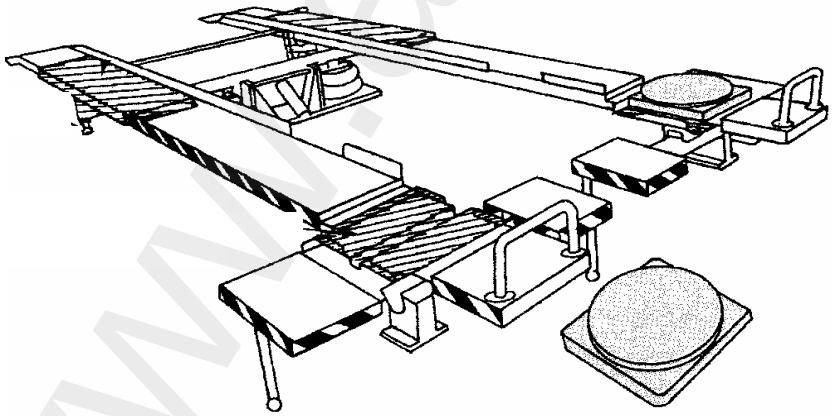
١. رعشة في العجلات.
٢. زيادة خلوص وصلات التوجيه.

الانزلاق الجانبي

هو حركة السيارة الجانبية إلى اليمين واليسار أثناء السير في خط مستقيم ، عند انزلاق السيارة إلى الجانب اليمين أو اليسار لابد من ضبط زاويا الكامبر والكاستر و الكنج بن ولم المقدمة

جهاز قياس زوايا العجل

يوجد أجهزة كثيرة ومتنوعة لقياس زوايا العجل كما في شكل – ٢٣٩ ، لابد من اتباع كتالوج الجهاز قبل بدء العمل بها واتبع الآتي لضبط زوايا العجل:



شكل – ٢٣٩ أرضية جهاز ضبط زوايا العجل

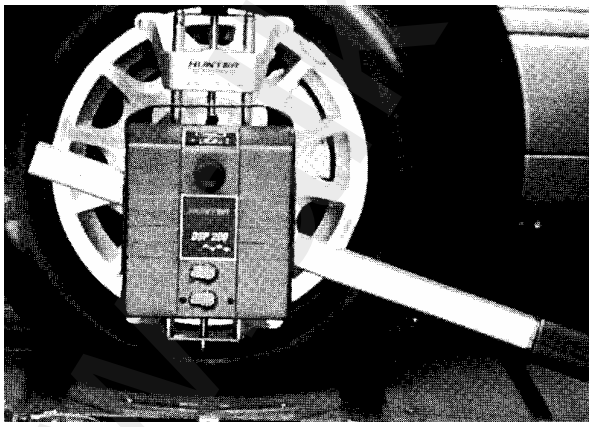
www.alkottob.com

١. القياس لابد من فحص الآتي لتجهيز السيارة المراد اختبارها :

- الإطارات من التآكل ، الحجم غير الصحيح الانتفاخ غير الصحيح.
- خلوص رمان بلي العجل.
- ارتخاء التعليق.
- ارتخاء وصلات التوجيه.
- المقصات.
- خلوص الأذرع.
- ماص الصدمات.
- إزالة الأحمال الموجودة على السيارة.

٢. يتكون الجهاز من أربع قواعد اثنتان أمامية تتحرك حركة دائرية واثنتان خلفية تتحرك حركه جانبية للخارج فقط ، حوامل تثبيت الحساسات مع العجلات ، عدد اثنان حساسات للمحور الأمامي ذات اذرع توجيه للأمام ثم توصل كوابل الحساسات ، عدد اثنان حساسات للمحور الخلفي ثم نوصل كوابل الحساسات.

٣. تركيب وصلة جهاز القياس عن طريق فك غطاء العجل ثم فك التيلة وصامولة رمان البلي كما في شكل – ٢٤٠ .



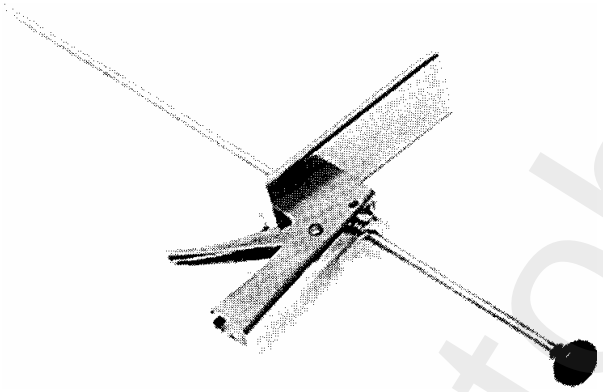
شكل – ٢٤٠ تركيب وصلة الجهاز والحساس على العجل

www.alkottob.com

٤. وصل الحساسات الأمامية والخلفية

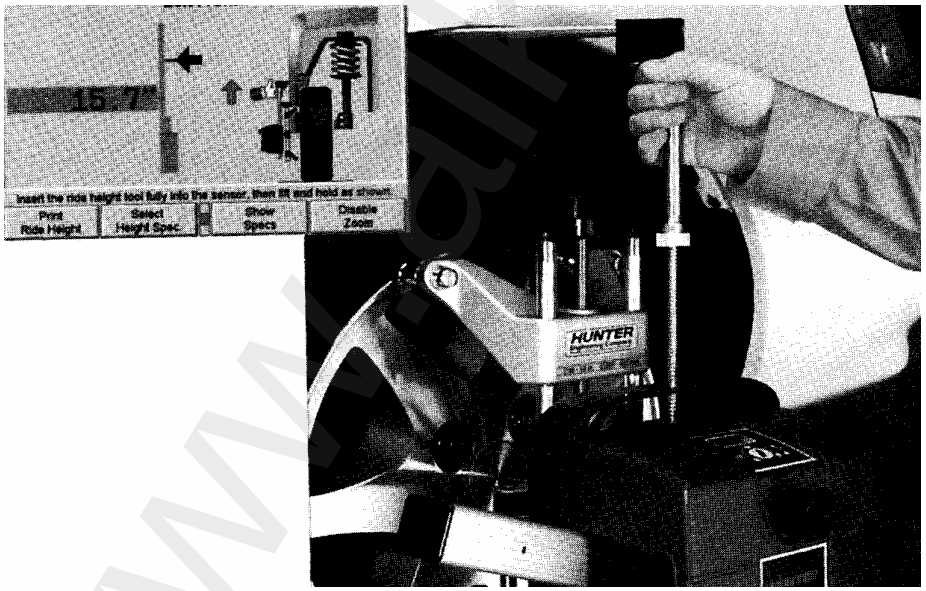
٥. ضع السيارة على مقياس نصف قطر الدوران ، بوضع العجلات الأمامية على مقياس نصف قطر الدوران

٦. اضغط فرامل القدم مستخدما عدة دفع البدال كما في شكل – ٢٤١ .



شكل – ٢٤١ عدة دفع بدال الفرامل

٧. قس ارتفاع السيارة عن سطح الأرض اضبطه إذا كان غير متساوى كما في شكل – ٢٤٢



شكل – ٢٤٢ قياس وضبط ارتفاع السيارة عن سطح الأرض

www.alkottob.com

٨. حدد نوع الاختبار إما محور أمامي أو محور خلفي ، ثم حدد وحدة القياس.

٩. ركب مقياس الكامبر والكاستر و الكنج بن.

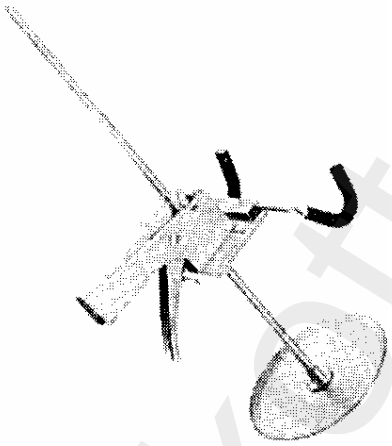
١٠.استخدم العدة الموضحة في شكل – ٢٤٣ لتثبيت عجلة القيادة.

١١.قس زاوية الكامبر .

١٢.قس زوايا الكامبر و الكنج بن.

١٣.قس زوايا الكامبر والكاستر و الكنج بن للعجل الأخر.

١٤.قس زاوية لم المقدمة.



شكل – ٢٤٣ عدة تثبيت عجلة القيادة أثناء قياس زوايا العجل

www.alkottob.com

الفصل السادس : كتابة التقارير والصيانة الدورية وحساب التكاليف

بعد الانتهاء من دراسة هذه الفصل سوف تكون قادراً على معرفة العناصر التالية :

١- معرفة كيفية كتابة التقارير.

٢- إجراء الصيانة الدورية.

٣- معرفة حساب التكليف.

كتابة التقارير الفنية.

لا يوجد عمل، مهما كان حجمه أو شأنه، يمكن أن يمضي دون تسجيل البيانات واستنباط المعلومات منها، وتداولها وتحليلها والاستخلاص منها وتبادل وجهات النظر بشأنها والتوصل إلى نتائج تؤدي إلى اتخاذ إجراء أو آخر. منذ بداية الحياة الإنسانية، إلى يومنا هذا . التقرير هو الأداة. إنه هو الوسيلة التي تمكننا من تكوين وتجميع البيانات واستخلاص مضمونها وتقديمه، ثم هو ما تتمثل فيه أهميته العظمى ـ إقناع من يقرؤونه بما نريده، وجعلهم يقدمون عليه. إن أخطر القرارات في دنيا الأعمال والصناعة، تلك التي قد تؤدي إلى نجاح عظيم أو ضرر فادح، تتخذ بناء على ما يقرؤه أعضاء الإدارة العليا وواضعو السياسات، من تقارير ترفع إليهم.

والذي يكتب تقريراً، يكون عادة في واحد من ثلاثة مواقف:

إما أنه يشغل وظيفة أو يقوم بعمل يتطلب منه أن يكتب تقارير دورية أو أن يكتب تقريراً عندما يستلزم الأمر ذلك.

أو أنه كلف، بمفرده أو مع آخرين، بأن يبحث موضوعاً ويقدم تقريرا عنه.

أو أنه ـ ببساطة ـ وجد نفسه في موقف يتطلب تقديم تقرير.

وتتراوح التقارير بين الحديث الشفوي، الذي قد لا يستغرق أكثر من دقائق، والمجلدات التي تملأ مئات أو آلاف الصفحات. وللتقارير، كما لكل شيء، شكل ومضمون قالب ومادة "إطار" و "محتوى" أو "فحوى".. المفترض أن كل من يكتب تقريراً تكون لديه القدرة على وضع هذا المضمون في إطار يجعل منه شيئاً فعالا، أو قد لا يكون قادرا على التعبير الجيد عن أفكاره المهنية .

www.alkottob.com

أهداف التقارير

١- تسجيل البيانات، والمعلومات والإفادة بها.
٢- تحليلها والخروج منها بنتائج أو استنتاجات، نحيط بها ذوي الشأن أيضاً.
٣- إقناع "الآخرين" بما نراه بشأنها.
٤- تقديم الآراء ووجهات النظر أو المقترحات أو التوصيات لمن سيقرؤونها.
٥- جعلهم يفعلون ما نريده منهم.

المبادئ الأساسية لكتابة التقارير

١ - صحيحة، غير مضللة.
٢ - واضحة، غير مبهمة.
٣ - بالقدر المطلوب، لا أكثر ولا أقل.
٤ - بالشكل الذي يشجع القارئ على استيعابها.
٥ - مقنعه بما نريد منه أو يفعله.

نحن إذن عندما نريد أن نعبر عن أفكارنا، يجب أن نتحرى الحقيقة، وأن نتصف بـ "الدقة"، وإلا فإن من يتلقونها قد يعرفون ـ عاجلا أو آجلا ـ أننا نعمل على تضليلهم ـ قصدا، أو عفوا. كما يجب أن نكون واضحين، وإلا فإن من يقرؤون أو يسمعون سيتلقون رسالة مخالفة لما نريدهم أن يتلقوه، ثم أن نكون موجزين لكي لا نفقد انتباههم ونضيع جهدنا وجهدهم بالإطالة والاستفاضة فيما لا لزوم له. ولكننا قد نحقق هذه "المبادئ" ويظل ما نكتبه غير مشجع على القراءة. قد تكون تقاريرنا دقيقة ـ واضحة ـ موجزه ولكنها غير جذابة. سواء بسبب الطريقة التي كتبناها بها، أومن حيث الإدلاء بالبيانات والمعلومات، أو أسلوب الكتابة، أو حتى شكل التقرير وطريقة إخراجه، وأشكاله ورسومه وألوانه. علينا إذن أن نجعل تقاريرنا مشوقة أو جذابة.

أسلوب كتابة التقارير

بصفة عامة يحتوي أي تقرير أو أي جزء أو فقرة رئيسية منه على واحد أو أكثر مما يلي :

-عرض البيانات.
- تحليل هذه البيانات.
-استنباط معلومات.
-تقديم أفكار.
-عرض ومناقشة بدائل مقترحات أو توصيات.

www.alkottob.com

كما هو الحال في أي عمل ذي شأن أو أهمية، لابد أن نبدأ بالإعداد لهذا العمل أو التحضير له. نجمع البيانات، ونخرج منها بالمعلومات ومن ثم لابد أن نرتب هذه المادة، نضعها في تتابع منطقي. هذا هو الترتيب.

عندئذ فقط، يمكننا أن نبدأ في المرحلة الرئيسية وهي الكتابة. المرحلة الأخيرة وهي المراجعة، سواء كان ذلك مراجعة المادة نفسها من حيث إطارها العام، أو مضمونها، أو مراجعة النسخ الطباعة والإخراج.

المراحل الرئيسية لكتابة التقارير

التحضير الترتيب الكتابة المراجعة

١- **في التحضير**

يحدد الكاتب لنفس الغرض مما هو بسبيله. هل هو يكتب تقريرا لينقل معلومات لمن سيقرؤونه؟ أو ليبدي رأيه في مسألة ما؟ أو ليوصي باتخاذ إجراء؟

ثم: من القارئ أو القراء؟ ما الذي يهمهم معرفته؟ ما نوعياتهم ومدى درايتهم بموضوع التقرير؟ ماذا سيفعلون به؟ ثم بناء على ذلك يبدأ في جمع بياناته، وتحليلها.

٢- **أثناء الترتيب**

يعمد الكاتب إلى تكوين الإطار العام. هذه مرحلة تشبه إعداد الموقع في البناء، قبل البدء في ملئه بالأساسات والحوائط. إنه يكتب الغرض، وفقرات من المقدمة، ثم يدون العناوين الرئيسية، ثم الفرعية داخل كل عنوان رئيسي. وفي كل خطوة يتساءل عما إذا كان هذا هو الترتيب المنطقي. هل هناك أشكال؟ رسوم؟ ملاحق... الخ. انه يكون "القالب" الذي يصب فيه مادته.

٣- **الكتابة**

هي الخطوة الرئيسية.إنها ملء الإطار الذي تم تكوينه. المادة نفسها، والملاحق نفسها، والأشكال ذاتها..

٤ - **المراجعة**

هي مراجعة كل شيء. المحتوى والصياغة والشكل العام، والنسخ والطباعة. هل هناك اتساق موضعي؟ هل استخدمنا الأسلوب السليم؟

www.alkottob.com

مراحل إتمام التقرير

١ - تصنيف التقارير بوظائفها

هناك تقسيمات عديدة للوظائف التي تؤديها التقارير، والذي سنورده فيما يلي واحد منها، وهو يقسم مجالات الاتصالات إلى أربعة، وبالتالي فهي أنواع التقارير في منظمات الأعمال، من وجهة ما تؤديه من وظيفة :

تقارير موجهة للعاملين :

الكتيبات، والنشرات، والتعليمات، وصحف الحائط، والدوريات، ...الخ. وهذه مقصود منها إحاطتهم وإعلامهم، وخلق السلوكيات المطلوبة لديهم، كالإحساس بالانتماء، وتحسين علاقات العمل.

التقارير الفنية والتشغيلية :

كالمطبوعات الفنية وكتيبات التشغيل وإجراءات العمل وخطواته، وتعليمات الأمن والإحصائيات عن ظواهر العمل، والبيانات عن التكاليف، والإنتاج التي تهم العاملين، والتقارير عما اتخذته الإدارة من قرارات، ...الخ.

كل هذه تقارير مقصود بها إعطاء وتلقي المعلومات والبيانات اللازمة لسير العمل.

ويمكننا أن نضيف إليها :

تقارير البحوث الفنية ـ تقارير تقدم العمل ونتائجه ـ تقارير بحوث الجدوى الفنية والاقتصادية ـ ... الخ.

تقارير موجهة للإدارة:

حلول المشاكل ـ تقارير للمساعدة على التخطيط واتخاذ القرارات ورسم السياسات.

تقارير للإدارة بتكليف منها بدراسة موضوعات معينة وتقديم النتائج، ....الخ.

تقارير السوق والمبيعات والعملاء:

مطبوعات ونشرات تنمية المبيعات ـ التقارير السنوية وتقارير الأداء. التقارير الجديدة. تقارير تكتب لتحسين سمعة الشركة وتقوية مركزها وتحسين علاقاتها.

www.alkottob.com

الصيانة الوقائية

تعريف الصيانة الوقائية الدورية

هي الأعمال والإجراءات الوقائية لمنع حدوث العطل ـ وهي أعمال الصيانة التي تتم وفق جدول تكراري معين وتنظيم إداري معين. وهي من الطرق الجيدة التي أثبتت نجاحها في إدارة مشاريع الصيانة. ويكاد لا يخلو أي عمل من أعمال الصيانة في الوقت الحالي من برنامج للصيانة الوقائية. وتكمن قوة هذا النوع من الصيانة في سهولة فهمه بالنسبة للفنيين وسهولة التنفيذ ، وسهولة المتابعة.
وقد تم إعداد برنامج الصيانة الدورية بواسطة إدارة فنية خبيرة بأعمال الصيانة للمركبة.

أنواع الصيانة الوقائية

١ - الصيانة الدورية اعتمادا على الكشف الدوري.
٢ - الصيانة الدورية الوقائية المبرمجة.
٣ - الصيانة الدورية الوقائية الافتراضية.

تهدف الصيانة الدورية إلى إطالة عمر المركبة وذلك بمتابعة حالة المكونات والقطع ـ وذلك يكشف العطل قبل حدوثه وتأثيره على قطع ومكونات أخرى. وحماية المكونات من حدوث مشاكل التعرية مثل الصدأ والتآكل وغيرها. ولأهمية الصيانة الدورية للمركبة وضعت الشركة المنتجة كتيب الصيانة الدورية وتم توضيح فيه مراحل الصيانة الدورية مرتبط بزمن أو بعدد الكيلومترات التي قطعتها المركبة. ولأهمية الصيانة الدورية تم ربط تطبيق جدول الصيانة الدورية للمركبة بعملية الضمان للمركبة من قبل الشركة.

حيث يتم في الصيانة الدورية إجراء ثلاث خطوات. الفحص والضبط والتغير وتهدف الصيانة الدورية إلى زيادة السلامة للمركبة أثناء القيادة وملائمة المركبة إلى قوانين التلوث. ومنع حدوث المشكلة.

www.alkottob.com

مراحل الفحص

١ - الفحص عند استلام المركبة.

ويشمل جسم المركبة. وداخل كبينة المحرك، وداخل كبينة الجلوس والقيادة. جميع الاختبارات والوظائف التي يمكن ملاحظتها بصرياً.

٢ - فحص يرفع المركبة.

فحص الأجزاء والمكونات أسفل المركبة.

٣ - الفحص الأرضي.

ويشمل ـ مستوى السوائل وحالة المحرك من الداخل، التأكد من عمل جميع وظائف المركبة بشكل طبيعي.

٤ - اختبار القيادة.

للتأكد من أن وظائف المركبة تعمل بشكل طبيعي أثناء عملية القيادة.

الصيانة الدورية التي تجري على نظام التوجيه وتعليق

سائل علبة التوجيه.

عجلة التوجيه.

توصيلات التوجيه.

صندوق زيت التوجيه.

التأكد من وجود شحم في توصيلات التوجيه والبنز والركب والحوامل.

التأكد من وجود شحم في ركب تعليق الأمامي والخلفي.

اختيار حوامل العجل.

اختبار التوصيلات وأذرعة التحكم في التعليق.

فحص العجلات والإطارات (الأتزان ـ التآكل ـ ضغط الهواء).

التأكد من سلامة زوايا العجل.

التأكد من عدم وجود اهتزازات أثناء القيادة.

الصيانة عند كل ٥٠٠٠كم أو كل ٤ أشهر (سيارات الركاب/الشاحنات الخفيفة) ويشمل :

داخل صندوق المحرك :

عنصر منقي الهواء وخراطيمه وتوصيلاته ـ فحص.

سيور الإدارة ـ فحص.

www.alkottob.com

عمل مروحة التبريد ـ فحص.

مستوى ونسبة تركيز سائل التبريد ـ فحص / تصحيح.

نظام التبريد ـ فحص للبحث عن أي تسرب.

كبلات البطارية وملاقطها ـ فحص.

مواد التزييت والتشحيم :

تغيير زيت المحرك والفلتر.

مستوى سائل الترانسميشن الأوتوماتيكي ـ فحص / تصحيح.

مستوى سائل نظام التوجيه المعزز آلياً ـ فحص / تصحيح.

تشحيم الهيكل (في السيارات التي تتطلب ذلك).

سائل المحور الخلفي التفاضلي / صندوق تحويل الدفع ـ فحص / تصحيح).

مستوى سائل الفرامل / الفاصل (كلتش، دبرياج) ـ فحص / تصحيح.

الهيكل وأسفل السيارة

بطانات الفرامل القرصية (الأمامية والخلفية) ـ فحص (باستثناء الطبلات).

نظام الفرامل وأنابيبه وخراطيمه ـ فحص للبحث عن أي تسرب.

المحرك والترانسميشن والمحورين الأمامي والخلفي وصندوق تحويل الدفع ـ فحص للبحث عن أي تسرب.

نظام عادم الغازات والتحكم بنواتج الاحتراق ـ فحص.

أسفل السيارة ـ فحص ما يلي: مواد الحماية من الصدأ والتآكل، مجموعة وصل نظام التوجيه، أجزاء نظام التعليق؛ عناصر حماية مانعات التسرب المطاطية للتحقق من عدم انعطابها أو اهترائها أو تسرب مواد التشحيم منها.

ضغط الإطارات ـ فحص / تصحيح.

نعل الإطارات ونسبة استهلاكها ـ فحص.

www.alkottob.com

جسم السيارة وداخلها

الأضواء، أضواء لوحة الأجهزة والشاشات، أجهزة التحذير، العدادات وأجهزة القياس ـ فحص.

جهاز غسل الزجاج الأمامي / الأضواء الأمامية الرئيسية ـ فحص / ملء.

جلدات مساحات الزجاج ـ فحص / استبدال.

صدأ أو تآكل جسم السيارة ـ فحص.

الأقفال والمفصلات ـ تشحيم / فحص الأداء.

الفحص أثناء القيادة

افحص جميع الأنظمة للتحقق من عملها وأدائها بالشكل الصحيح.

صيانة إضافية كل ١٥٠٠٠كم أو كل سنة (سيارات الركاب / الشاحنات الخفيفة) ويشمل :

بالإضافة لإجراء الصيانة المذكورة تحت عنوان "الصيانة كل ٥٠٠٠كم أو كل ٤ أشهر" يجب القيام بالإجراءات التالية كل ١٥٠٠٠كم أو كل سنة:

داخل صندوق المحرك :

عنصر منقي الهواء ـ استبدال.

مجموعة وصل ذراع التحويل وصمام الخانق ـ فحص (في السيارات التي تتطلب ذلك).

أنظمة EGR, ESC, PCV, EECS, CDRV, EVRV ـ فحص (في السيارات التي تتطلب ذلك).

غطاء خزان الوقود وأنابيبه ـ فحص.

جهاز تكييف الهواء ـ فحص.

رموز الأعطال المحفوظة في نظام تشخيص الأعطال ـ فحص.

نواتج الاحتراق ـ فحص.

الهيكل وأسفل السيارة :

الإطارات ـ مناوبتها ببعضها البعض وموازنتها.

الفرامل الطبلية الخلفية ـ فحص.

محامل المحور الأمامي ـ تنظيف / إعادة تشحيم (في السيارات التي تتطلب ذلك).

جسم السيارة وداخلها :

الأضواء الأمامية الرئيسية ـ ضبط اتجاهها.

صيانة إضافية كل ٣٠٠٠٠كم أو كل سنتين (سيارات الركاب / الشاحنات الخفيفة) وتشمل :

www.alkottob.com

بالإضافة لإجراءات الصيانة المذكورة تحت عنوان "الصيانة كل ٥٠٠٠كم أو كل ٤ أشهر" وتحت عنوان "صيانة إضافية كل ١٥٠٠٠كم أو كل سنة" يجب القيام بالإجراءات التالية كل ٣٠٠٠٠كم أو كل سنتين.

داخل صندوق المحرك

كبلات شمعات الإشعال، غطاء الموزع ـ فحص.

فلتر صمام تهوية علبة المرافق (PCV) ـ استبدال.

فلتر الوقود ـ استبدال.

جسم الخانق ـ تنظيف وضبط (في السيارات التي تتطلب ذلك).

شمعات الإشعال ـ استبدال.

صيانة إضافية كل ٦٠٠٠٠كم أو كل ٤ سنوات (سيارات الركاب / الشاحنات الخفيفة) :

بالإضافة لإجراءات الصيانة المذكورة تحت عنوان "الصيانة كل ٥٠٠٠كم أو كل ٤ أشهر" وتحت عنوان "صيانة إضافية كل ١٥٠٠٠كم أو كل سنة" وتحت عنوان "صيانة إضافية كل ٣٠٠٠٠كم أو كل سنتين" يجب القيام بالإجراءات التالية كل ٦٠٠٠٠كم أو كل ٤ سنوات:

الثرموستات ـ استبدال.

غطاء الراديـاتور ـ استبدال.

سائل نظام تبريد المحرك ـ تفريغ وشطف وتغيير.

سائل المحور الخلفي التفاضلي / صندوق تحويل الدفع ـ استبدال.

ضغط المحرك ـ فحص

أقطاب البطارية وتأريضها ـ خدمة.

الظروف التي تتطلب صيانة عند فترات أقصر :

يجب تغيير زيت المحرك والفلتر عند فترات أقصر من كل ٥٠٠٠كم أو ٤ أشهر إذا كنت تستعمل سيارتك بانتظام في واحد أو أكثر من الظروف التالية:

قيادة السيارة في درجات الحرارة ما دون درجة الصفر مئوية.

قيادة السيارة في السير المزدحم داخل المدينة.

قيادة السيارة على التلال أو الطرقات الجبلية.

قيادة السيارة على الطرقات المغبرة أو الموحلة، أو خارج الطرقات المعبدة.

استعمال السيارة للأغراض التجارية أو لجر مقطورة.

www.alkottob.com

قيادة السيارة في رحلات تكون مسافة معظمها أقل من ٦ كيلومترات.

إذا كانت سيارتك مجهزة بمؤشر لصلاحية الزيت فسينبهك المؤشر عندما يحين موعد تغيير الزيت والفلتر. وفي حال استعمال السيارة في ظروف قاسية فمن الممكن أن يظهر المؤشر قبل قطع مسافة ٥٠٠٠كم. لن يتمكن المؤشر من تحسس وجود الغبار في الزيت، ولذلك قد تضطر لتغيير الزيت والفلتر عند فترات أقصر من كل ٥٠٠٠كم أو ٤ أشهر إذا كنت تقود السيارة في منطقة مغبرة.

(ملاحظة: جميع السيارات ذات الدفع بالعجلات الخلفية ـ يجب تغيير زيت محور خط الإدارة كل ٣٠٠٠٠كم إذا كنت تستعمل السيارة لجر مقطورة).

ستجد في كتيب الصيانة الدورية مربعات لتوثيق عمليات الصيانة الدورية من قبل وكيل معتمد. التوثيق الصحيح لإجراءات الصيانة الدورية الموصى بها من شأنه تلافي الالتباسات عند محاولة تحديد إذا كان العطل يعود إلى عيب مشمول بالكفالة أو إلى ضرر ناجم عن نقص في الصيانة. يجب القيام بكافة إجراءات الصيانة الموصى بها لضمان بقاء المركبة في أفضل حالة ممكنة.

حساب تكاليف الأعمال اليدوية للسيارات

- حساب تكاليف الأعمال في الورش

ينقسم حساب التكاليف إلى الأقسام التالية:

١ - التكاليف الأساسية وتشمل:

أعمال خارجية.

أعمال خاصة أخرى.

تكاليف صيانة السيارات.

ثمن المواد.

تكاليف الأجور.

المصروفات العامة.

- الأعمال الخارجية تحتوي على التالي:

أعمال الكهرباء.

أعمال الدهان.

الأعمال الأخرى التي يتم تنفيذها في ورش خارجية.

الأعمال الخاصة تشمل : أعمال قيادة الاختبار والاتقان والجر للسيارات.

التكلفة الحسابية الإجمالية الصافية = التكلفة الأساسية + إضافات التكلفة

www.alkottob.com

ثمن المواد وتشمل :مواد غسيلو، مواد ثانوية.،مواد تزليق.،إطارات.وقطع غيار.

وتحسب ائتمان قطع الغيار ومواد التصنيع في حساب التكاليف على أساس الأسعار الواردة في قوائم أسعار الشركات المنتجة.

تكاليف الأجور :

تنقسم تكاليف الأجور إلى قسمين:

١ - تكاليف مباشرة.

٢ - تكاليف غير مباشرة.

١) تكاليف مباشرة وتشمل أجور الإنتاج

الأجور المباشرة = التكاليف الإجمالية للأجور (أجور الإنتاج ـ الأجور غير المباشرة ـ الأجور المباشرة هي تكاليف الإنجاز أو التصنيع.

التكاليف الإجمالية للأجور وتشمل:

الأجور الإجمالية.

المرتبات الإجمالية.

الجزء الإنتاج المباشر من أجر صاحب العمل.

تكاليف الأجور = زمن الشغل × أجر الساعة

٢) تكاليف غير مباشرة

الأجور غير المباشرة (غير المنتجة) لا تتعلق بالإنجاز بصورة مباشرة. أجور للإصلاح مثلاً ويتم احتسابها ضمن المصروفات العامة.

مثل : الأجر المدفوعة لأيام الأعياد الرسمية، العطلات السنوية وأيام الفترات المرضية.

- أجور أعمال التنظيف وأعمال صيانة السيارات ومعدات الورشة.
- مرتبات إدارية.
- الجزء غير الإنتاجي من أجر صاحب العمل.

وتصل الأجور غير المباشرة (غير الإنتاجية) إلى حوالي ١٥٪ من التكاليف الإجمالية للأجور.

www.alkottob.com

حساب تكاليف الأعمال في الورشة :

دليل حسابات الورشة :

يستخدم دليل حسابات الورشة لحساب ثمن (سعر) الساعة بالورشة. أي السعر يطالب به العميل مقابل التشغيل بالورشة لمدة ساعة واحدة. وتجري التفرقة عادة بين دليل التكاليف ودليل العائد.

دليل التكاليف =

$$\frac{\text{الأجور المباشرة + المصروفات العامة + الربح}}{\text{الأجور المباشرة}}$$

تكلفة الساعة = الأجور المتوسطة للساعة × دليل حسابات الورشة

تكلفة الساعة (المحسوبة) =

تكلفة الساعة (الحقيقية) = تكلفة الساعة =

تكلفة الساعة الواحدة للورشة :

هو ثمن الشغل الذي يتم احتسابه للعميل، نظير إجراء عمليات إصلاح بالورشة تتعرف ساعة واحدة.

$$\frac{\text{حجم معاملات الورشة}}{\text{عدد ساعات العمل الإنتاجية}} \qquad \frac{\text{حجم معاملات الورشة}}{\text{عدد ساعات العمل الإنتاجية}}$$

www.alkottob.com

أسئلة للمراجعة

١. ما فائدة نظام التعليق؟
٢. ما الفرق بين الياي الحلزوني والياي الورقي؟
٣. كيف يمكنك تغيير كزازة الياي الحلزوني والياي الورقي؟
٤. ما هي مكونات الياي الهوائي والياي الغازي؟
٥. تكلم عن التعليق المستقل والتعليق الصلب؟
٦. اذكر الأنواع المختلفة من التعليق المستخدم في المحور الأمامي والمحور الخلفي؟
٧. عرف التعليق السلبي والتعليق الفعال؟
٨. لماذا تطبيق التعليق الفعال في السيارات مكلف؟
٩. ما هي أنواع ماص الصدمات التقليدي؟
١٠. ما الفرق بين ماص الصدمات العادي وماص الصدمات متعدد قيم الخمد؟
١١. تكلم عن ماص الصدمات الذي يعمل بالغاز؟

www.alkottob.com

امتحان ذاتي رقم – ١

اختبر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة لك بين الأقواس

١. من أنواع ماص الصدمات ماص الصدمات متغير قيم الخمد (نعم أو لا)
٢. عند تغيير الإطار لابد أولا (إفراغ الهواء أو فصل الإطار من العجل)
٣. عند عمل اتزان استاتيكي للإطار يقف الإطار والوزن الزيادة يتجه إلى (اسفل أو أعلى)
٤. الياي الغازي يعتبر من أنواع اليايات المستخدمة في السيارات (نعم أو لا)
٥. كزازة الياي الحلزوني (خطية أو غير خطية)
٦. ماص الصدمات متعدد قيم الخمد (تعليق تقليدي أو تعليق غير تقليدي)
٧. من أنواع التعليق الحديثة المستخدمة في السيارات (التعليق السلبي أو التعليق الفعال)
٨. من أنواع زوايا العجل (زاوية الاتزان أو زاوية الكامبر)
٩. زاوية الكنج بن هي ميل (محور العجل أو بنز تثبيت مفصل العجل)
١٠. يصنع قرص العجل من (البلاستيك أو الصلب)
١١. الإطارات هي علاقة السيارة (بسطح الطريق أو المحرك)
١٢. لابد من ضبط ضغط الإطارات على حسب (كتالوج السيارة أو اختيار أي قيمة)
١٣. حجم الإطارات في السيارة (متساوى أو غير متساوى)

www.alkottob.com

إجابة الامتحان الذاتي رقم – ١

١. من أنواع ماص الصدمات ، ماص الصدمات متغير قيم الخمد (نعم)
٢. عند تغيير الإطار لابد أولا (إفراغ الهواء)
٣. عند عمل اتزان استاتيكي للإطار يقف الإطار والوزن الزيادة يتجه إلى (اسفل)
٤. الياي الغازي يعتبر من أنواع اليايات المستخدمة في السيارات (نعم)
٥. كزازة الياي الحلزوني (خطية)
٦. ماص الصدمات متعدد قيم الخمد (تعليق غير تقليدي)
٧. من أنواع التعليق الحديثة المستخدمة في السيارات (التعليق الفعال)
٨. من أنواع زوايا العجل (زاوية الكامبر)
٩. زاوية الكنج بن هي ميل (بنز تثبيت مفصل العجل)
١٠. يصنع قرص العجل من (الصلب)
١١. الإطارات هي علاقة السيارة (بسطح الطريق)
١٢. لابد من ضبط ضغط الإطارات على حسب (كتالوج السيارة)
١٣. حجم الإطارات في السيارة (متساوي)

www.alkottob.com

نموذج تقييم مستوى الأداء (مستوى إجادة الجدارة)

تعبأ من قبل المتدرب بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب على محتويات الوحدة الأولى (الفصل الأول) قيم نفسك وقدرتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد عنصر من العناصر المذكورة ، وذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته ، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب علية: التعرف على العدد والأجهزة المستخدمة في ورشة التعليق

العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١. تعريف قواعد الأمن والسلامة				
٢. وظائف وأنواع وأجزاء العجل والإطارات				
٣. وظائف وأنواع وأجزاء المساعدين				
٤. وظائف وأنواع وأجزاء الياءات				
٥. وظائف وأنواع وأجزاء التعليق الأمامي				
٦. وظائف وأنواع وأجزاء التعليق الخلفي				
٧. وظائف وأنواع وأجزاء التعليق الحديث				
٨. وظائف وأنواع زوايا العجل				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة الترب على هذا النشاط مرة أخري بمساعدة المدرب.

www.alkottob.com

نموذج تقييم مستوي الأداء (مستوى إتقان الجدارة)

يعبأ هذا النموذج عن طريق المدرب

اسم الطالب : - التاريخ - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

رقم الطالب : -المحاولة ١ ٢ ٣ ٤

كل بند أو مفردة يقيم ب ١٠ نقاط

العلامة : - الحد الأدنى ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط

الحد الأعلى : ما يعادل ١٠٠ ٪ من مجموع النقاط

بنود التقييم	النقاط
١. تعريف قواعد الأمن والسلامة ٢. وظائف وأنواع وأجزاء العجل والإطارات ٣. وظائف وأنواع وأجزاء المساعدين ٤. وظائف وأنواع وأجزاء اليايات ٥. وظائف وأنواع وأجزاء التعليق الأمامي ٦. وظائف وأنواع وأجزاء التعليق الخلفي ٧. وظائف وأنواع وأجزاء التعليق الحديث ٨. وظائف وأنواع زوايا العجل	
المجموع	

ملاحظات :---

توقيع المدرب : --------------------------------------

www.alkottob.com

المصطلحات الفنية المستخدمة

Word	المعني	Word	المعني
Steering system	جهاز التوجيه	University joint	وصلة مرنة
Steering wheel	عجلة القيادة	Rack	جريدة
Steering main shaft	عمود التوجيه الرئيسي	Pinion	البنيون
Column tube	ماسورة التوجيه	Worm shaft	عمود الدودي
Tilt lever	عمود الانحناء	Sector shaft	عمود القطاعي
Tilt steering	إلية انحناء عجلة القيادة	Ball nut	صامولة البلية
Non-tilt steering	عدم انحناء عجلة القيادة	Steel balls	البلي الصلب
Recalculating-ball type	نوع الرمان الدائر	Steering gear	ترس التوجيه
Rack and pinion type	نوع الجريدة المسننة والترس	Steering knuckle	ركبة التوجيه
Steering linkage	وصلات التوجيه	Tie rod	عمود الربط
Pitman arm	ذراع بتمان	Relay rod	عمود الوصل
Drag link	عمود الجر	Knuckle arm	ذراع الركبة
Steering damper	مخمد التوجيه	Idler arm	الذراع الوسيط
Power steering	التوجيه المؤزر	Reservoir tank	الخزان
Vane pump	مضخة الزيت	Power cylinder	اسطوانة القدرة
Control valve	صمام تحكم	Oil tubes	مواسير الزيت
Suspension system	نظام التعليق	Spring	ياي أو نابض أو سوسته
Bump stop	مخدة التوقف	Damper or Shock absorber	مساعد أو ماص الصدمات
Coil spring	الياي الحلزوني	helper spring	الياي المساعد
Air spring	الياي الهوائي	Leaf spring	الياي الورقي أو الريشي
Torsion bar	ياي عمود اللي	Gas spring	الياي الغازي

www.alkottob.com

الياي الرئيسي	Main spring
عين تثبيت الياي في جسم السيارة المتحركة	Eye for attaching spring to shackle
حنية الياي	Nip
أجزاء منع احتكاك أوراق الياي الورقي	Silencer pads
عمود الربط	Strut rod
مركز الإطار	Centerline of tyre
ذراع التحكم الجانبي	Lateral control rod
الوزن الغير معلق	Unsprung mass
حركة السيارة إلى أعلى واسفل	Bouncing
حركة السيارة حول Y محور العرضي	Pitch
الميزان	Stabilizer bar
العمود الأعلى	Upper arm
دليل العمود	Rod guide
الأمامي	Front
خطوة السيارة الطولية	Wheel base
التردد	Frequency
كزازة الياي	Spring stiffness

عين تثبيت الياي في جسم السيارة	Eye for fixing spring to body
الانحناء الكلي للياي	Camber
طول الياي الورقي	Span
عمود الجر	Trailing arm
وصلات التوجيه	Suspension member
محور اللي	Axle beam or twist beam
الوزن المعلق	Sprung mass
الوزن أو الحمل	Weight or load
حركة السيارة حول المحور الراسي لها	Yawing
حركة السيارة حول X محور الطولي	Rolling
العمود الأسفل	Lower arm
المكبس	Piston
عمود المكبس	Piston rod
الخلفي	Rear
خطوة السيارة العرضية	Wheel truck
الهرتز	Hertz
كزازة عمود اللي	Torsion stiffness

www.alkottob.com

ياي صلب	Progressive spring
ياي حلزوني مختلف الأقطار	Unequal pitch spring
جلدة نهاية	Rubber cushion
الغرفة الفرعية للهواء	Sub air chamber
الديفراجم	Diaphragm
اسطوانة	Cylinder
صمام التحكم	Control valve
خراطيم الهواء	Air tube
فتحة صمام	Orifice
الزمن	Time
التمدد	Expansion
الانضغاط	Compression
قوة التخميد	Damping force
العالي	High or firm
الصغرى	Low or soft
نيتروجين	Nitrogen
خزان	Reservoir
صمام ذو اتجاه واحد	Non return valve
نظام التعليق متعدد الخمد	Switchable damper suspension system
نظام التعليق الفعال	Active suspension system
نظام التعليق النصف فعال	Semi active suspension system
ياي حلزوني مخروطي	Conical spring
جلب	Bushing
مصدات الانفراج	Rebound bumper
الغرفة الرئيسية للهواء	Main air chambers
نظام هوائي	Pneumatic
اسطوانة القدرة	Actuators
الضاغط	Compressor
وصلات التعليق	Suspension linkage
صمام	Valve
الإزاحة	Amplitude
الانفراج	Rebound
سرعة المكبس	Piston speed
معامل الخمد	Damping coefficient
المتوسط	Medium or sports
مانع زيت	Oil seal
جوان	Gasket
مصدات الانفراج	Rebound stopper
نظام التعليق السلبي	Passive suspension system
نظام التعليق البطيء	Slow active suspension system
نظام التعليق الهيدروليكي	Hydraulic suspension system
نظام التعليق ذو الايايات الغازية	Twin accumulator suspension system

www.alkottob.com

١. فريدريك نيس و آخرون : تكنولوجيا المركبات الآلية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني المملكة العربية السعودية

2. Ali M. Abd-El-Tawwab : Active Suspension System Components-PhD. Thesis , Department of Mechanical Eng., Leeds University, 1995, UK.
3. Bosch : Automotive Handbook-SAE-2000
4. Crolla : An Introduction to Vehicle Dynamic-Department of Mechanical Eng., University of Leeds, 1994.
5. Don Knowles : Automotive Suspension & Steering System- Classroom Manual-1998
6. Don Knowles : Automotive Suspension & Steering System-Shop Manual-1998
7. Ian A. Norman, Roobert Scharff & John Corinchock : Heavy-Duty Truck System-1995
8. Kalton C. Lahue : Automotive Chassis Suspension Steering and Brakes-Classroom Manual–1998
9. Killingsworth J. Godfrey E. Haynes J.H. : Suspension Steering & Driveline Manual-1998
10. .Johanson M. Stockel C. : Auto Suspension and Steering Technology-1999
11. .J. Reimpell H. Stoll J.W. Betzier : The Automotive Chassis-2001
12. Stockel S. Johanson : Auto Fundamentals-1996
13. Thomas W. Birch : Automotive Suspension & Steering Systems-2002
14. Toyota : Fundamentals of servicing –Suspension System-Vol. 10
15. Toyota : Fundamentals of servicing –Wheel Alignment & Tires-Vol. 12
16. Toyota : Fundamentals of servicing –Steering System-Vol. 11

www.alkottob.com

الموضوع	رقم الصفحة
مقدمة	
الفصل الأول : الحقيبة الهوائية و عجلة القيادة و عمود القيادة	٣
وصف عمل نظام القيادة التقليدي	٣
أهمية ميل العجلات الأمامية	٤
العلاقة بين نظام التعليق والقيادة	٤
وظيفة نظام التوجيه	٥
المستلزمات الأساسية لألية التوجيه	٥
ما الشكل الهندسي المستخدم في عملية التوجيه	٧
طريقة عمل آلية ربط أكرمان	٦
زاوية الانزلاق	٧
الحقيبة الهوائية	٨
عجلة القيادة	١٠
عمود القيادة	١١
أجهزة ماص الصدمات في عمود التوجيه	١٦
مخمد التوجيه	١٨
الفصل الثاني : علبة صندوق القيادة التقليدي	١٩
صندوق القيادة التقليدي	١٩
نسبة تروس التوجيه	١٩
نسبة التوجيه المتغيرة	٢١
وظيفة صندوق القيادة التقليدي	٢٢
أساس تشغيل صندوق القيادة التقليدي	٢٣
الأسس المتبعة في تصميم صندوق التوجيه	٢٣
صندوق التوجيه ذو الكامة والذراع	٢٥

www.alkottob.com

صندوق القيادة ذو الترس الدائري ٢٥
صندوق التوجيه ذو الرمان الدائر والترس ٢٦
نظرية عمل صندوق التوجيه ذو الرمان الدائر والترس ٢٨
صندوق القيادة ذو الجريدة المسننة والبنيون ٣٠
نظرية عمل صندوق القيادة ذو الجريدة المسننة والبنيون ٣٠

الفصل الثالث : مضخة التوجيه المساعد ٣٣
أساسيات التوجيه المساعد ٣٣
متطلبات التوجيه المساعد ٣٦
الاحتياطات ضد أعطال التوجيه المساعد ٣٧
أنواع التوجيه المساعد ٣٧
مضخة التوجيه المساعد ٤٠
تصميم مضخة التوجيه المساعد ٤٠
صمام تنظيم السريان والتحكم ٤٨

الفصل الرابع : علبة تروس التوجيه المساعد ٤٩
علبة تروس التوجيه المساعد ذو الرمان الدائر والترس ٤٩
نظرية عمل علبة تروس التوجيه المساعد ذو الرمان الدائر والترس ٤٩
علبة تروس التوجيه المساعد ذو الجريدة المسننة والبنيون ٥٢
صمامات التحكم في علبة التروس ٥٤
صمام التحكم الدائري ٥٤
صمام التحكم الطولي ٥٥
صمام التحكم القلاب ٥٧
صمام التحكم الكهربي ٥٨

الفصل الخامس : وصلات التوجيه ٥٩
وصلات التعليق المستقل ٥٩

www.alkottob.com

وصلات تعليق المحور الصلب ٦٠
ذراع بتمان ٦١
قضيب الوصل ٦٢
عمود الربط ٦٢
ذراع الركبة ٦٤
الذراع الوسيط ٦٥
وصلة الجر ٦٧

أسئلة للمراجعة. ٦٨

مقدمة ٦٩

الفصل الأول : الإطارات ٧١
وظائف الإطارات ٧٢
أنواع الإطارات ٧٢
تركيب الإطارات ٧٢
تصنيف الإطارات ٧٩
نصف قطر الإطار ٨٣
نصف قطر الإطار الديناميكي ٨٥
حجم الإطار ٨٦
كزازة الإطار ٨٦
قوة مقاومة التدحرج للإطار ٨٧
نصف قطر الدوران ٨٨
مقاومة تدحرج الإطار ٨٨
توليد الحرارة بواسطة الإطارات ٩١
الأداء عند الدوران ٩٤

www.alkottob.com

الضغط الداخلي للإطار ٩٥
قوة تماسك الإطار مع سطح الطريق ٩٩
كيفية تخزين الإطارات ٩٩

الفصل الثاني : العجلات القرصية ١٠٠
وظيفة العجلة ١٠١
تركيب العجلة ١٠٢
أنواع العجلات القرصية ١٠٦
أنواع السطوح الخارجية (الطوق) ١٠٨
ترحيل العجل ١١٢
تحميل العجل ١١٣
مقاسات العجل ١١٣
فلانشة العجل ١١٥
الاتزان الاستاتيكي للعجل ١١٦
الاتزان الديناميكي للعجل ١١٧

الفصل الثالث : ماص الصدمات والياياات ١١٨
وظيفة ماص الصدمات ١١٨
نظرية عمل ماص الصدمات ١١٩
قوة التخميد لماص الصدمات ١٢٠
أنواع ماص الصدمات ١٢٣
تركيب ماص الصدمات ١٢٣
خواص ماص الصدمات ١٣٢
ياياات نظام التعليق ١٣٣
خواص ياياات التعليق ١٣٤
أنواع ياياات التعليق ١٣٥
الياياات الحلزونية ١٣٥

www.alkottob.com

اليايات الورقية ١٣٨
ياي قضيب الالتواء (اللي) ١٤٤
اليايات المطاطية ١٤٥
اليايات الهوائية ١٤٦
اليايات الغازية ١٤٩
مخدات أو مصدات التوقف ١٥١

الفصل الرابع : نظام التعليق للمحور الأمامي ١٥٣
وظائف نظام التعليق ١٥٣
مكونات نظام التعليق ١٥٣
راحة الركوب ١٥٤
أنواع تعليق المحور الأمامي ١٥٦
تعليق المحور الصلب ١٥٦
التعليق المستقل ١٥٨

الفصل الخامس : نظام التعليق للمحور الخلفي ١٦٣
أنواع تعليق المحور الصلب الخلفي ١٦٣
تعليق المحور الصلب ١٦٣
التعليق المستقل ١٦٥

الفصل السادس : أنظمة التعليق الحديثة المستخدمة في السيارات ١٦٨
نظام التعليق التقليدي ١٦٨
نظام التعليق السلبي ١٦٨
نظام التعليق الهيدروبنيوماتيك ١٧٠
نظام التعليق البنيوماتيكي ١٧١
نظام التعليق غير التقليدي ١٧٢
نظام التعليق ذو ماص الصدمات متعدد قيم الخمد ١٧٢

www.alkottob.com

نظام التعليق المحدود أو البطيء ١٧٣
نظام التعليق الفعال ١٧٤
نظام التعليق ذو الياياين الغازيين ١٧٥
تقييم نظام التعليق ١٧٥

الفصل السابع : زوايا العجل ١٧٧
وظيفة زوايا العجل ١٧٧
أنواع زوايا العجل ١٧٧
زاوية الكامبر ١٧٧
زاوية الكاستر ١٨٢
زاوية الكنج بن ١٨٣
الزاوية الكاملة ١٨٤
زاوية لم المقدمة ١٨٤
الانزلاق الجانبي ١٨٥
جهاز قياس زوايا العجل ١٨٥

الفصل السادس : كتابة التقارير ، الصيانة الدورية و حساب التكاليف ١٨٩
كتابة التقارير الفنية ١٨٩
المراحل الرئيسية لكتابة التقارير ١٩١
الصيانة الدورية ١٩٤
حساب التكاليف ١٩٨
أسئلة للمراجعة ٢٠١

www.alkottob.com

امتحان ذاتي رقم – ١ ٢٠٢

إجابة الامتحان الذاتي رقم – ١ ٢٠٣

نموذج تقييم الأداء (مستوي إجادة الجدارة) ٢٠٤

نموذج تقييم الأداء (مستوي إتقان الجدارة) ٢٠٥

المصطلحات الفنية المستخدمة ٢٠٦

المراجع العلمية ٢٠٩

www.alkottob.com

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS

www.alkottob.com